

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Institut dopravy

**Metodika výpočtu časové a finanční  
náročnosti oprav letecké techniky  
v závislosti na klíčových parametrech  
provozu**

Methodology of Time and Financial  
Costs Calculation of Aviation  
Technology Repairment Depending on  
Key Operational Parameters

Student: Bc. Lukáš Vachata  
Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Procházka

Ostrava 2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Institut dopravy

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lukáš Vachata**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie  
Specializace: 40 Letecká doprava  
Téma: **Metodika výpočtu časové a finanční náročnosti oprav letecké techniky v závislosti na klíčových parametrech provozu**  
**Methodology of Time and Financial Costs Calculation of Aviation Technology Repairment Depending on Key Operational Parameters**  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Návrh metodiky výpočtu časové a finanční náročnosti oprav konstrukčních celků letecké techniky v letecké údržbové organizaci v závislosti na typu letounu, stáří letounu a typu provozovatele letounu.

Osnova:

1. Charakteristika požadavků na informační zdroje pro potřeby leteckého údržbového procesu
2. Návrh databáze
3. Vytvoření kalkulačních vzorců pro stanovení navyšujícího koeficientu
4. Vytvoření relací mezi daty
5. Úprava uživatelského prostředí databáze

Seznam doporučené odborné literatury:

CZOPEK, Kazimierz. Fixed and variable costs: theory and practice. Part 1, Rectilinear function. Kraków: Art-Tekst, 2003. ISBN 83-88316-45-1.

DLUHOŠOVÁ, Dana, MRUZKOVÁ Jarmila, RATMANOVÁ Iveta. Teorie nákladů a kalkulace: studijní materiál k základnímu kurzu Nákladů, kalkulací a cen pro distanční a denní formu studia. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1997. ISBN 80-7078-444-X.

NOVOTNÝ, Radovan. Spolehlivost a diagnostika. Brno: Z. Novotný, 2001. ISBN 80-214-1993-8.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Procházka**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018

doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci, včetně příloh, vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 15. 4. 2018

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Vachala', is written over a light blue rectangular background.

Podpis studenta

### **Poděkování**

*Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Jiřímu Procházkovi za jeho vstřícnost, ochotu a profesionální přístup při vedení této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat kolegům ze společnosti JOB AIR Technic a.s., konkrétně panu Františkovi Tučkovi za odborné rady při tvorbě kapitol 3.1 až 3.3 a Vítkovi Lubojackému za pomoc při tvorbě databáze.*

### **Prohlášení o zachování obchodního tajemství**

*Z důvodu zachování obchodního tajemství společnosti JOB AIR Technic a.s. nemusí názvy zákazníků, stáří letadel, či jiné údaje v praktické části této diplomové práce odpovídat skutečnosti. Veškeré hodnoty týkající se nákladů na provedení práce společností JOB AIR Technic a.s. byly upraveny zkreslujícím koeficientem.*

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 15. 4. 2018

Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Lukáš Vachata

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Brodská 95,  
Příbram 261 01

### **Anotace diplomové práce:**

Bc. Vachata, L. *Metodika výpočtu časové a finanční náročnosti oprav letecké techniky v závislosti na klíčových parametrech provozu*. Diplomová práce. Ostrava: Institut dopravy. Fakulta strojní. VŠB – Technická univerzita Ostrava. 2018.

Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Procházka.

Diplomová práce navrhuje metodiku, jakou efektivněji pracovat s historickými daty vybrané letecké údržbové organizace, tak aby bylo snazší a přesnější provádět naceňování nových zakázek. V první části se práce zabývá obecným dělením nákladů a cenotvorbou. Následně definuje klíčové parametry provozu, které nejvíce ovlivňují cenu zakázky. Dále je analyzována společnost JOB AIR Technic a.s., jakožto letecká údržbová organizace. V poslední části je popis vytvoření databáze sloužící pro snazší naceňování zakázek. Pomocí analýzy byla získána historická data o proběhlých zakázkách a z nich jsou navrženým výpočtem vyhodnoceny koeficienty pro úpravu cenových nabídek.

### **Anotation of diploma thesis:**

Bc. Vachata, L. *Methodology of Time and Financial Costs Calculation of Aviation Technology Repairment Depending on Key Operational Parameters*. Diploma thesis. Ostrava: Institute of transport, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava. 2018.

Thesis head Ing. Jiří Procházka.

This diploma thesis suggests a methodology to work efficiently with the historical data of selected Maintenance and Repair Organization in order to make it easier and more accurate to provide pricing of new orders. In first part thesis examines general distribution of costs and pricing. Then it defines key operating parameters that influence the cost of the order most. In addition, JOB AIR Technic a.s. is being analyzed as an Maintenance and Repair Organization. The last part of the thesis is describing of creation of a database for easier pricing of orders. Using analysis it was able to obtain historical data of past orders and it was possible to create coefficients for adjusting price offers according to suggested calculation formula.

## Seznam zkratek

Zkratka	Anglický tvar	Český tvar
ACARS	Aircraft Communications Addressing and Reporting System	Letecký komunikační a reportovací systém
NDT	Nondestructive testing	Nedestruktivní testování
MHRs	Men Hours	Odpracované hodiny
OLAP	Online Analytical Processing	Online Analytické Vyhodnocování
PN	Part Number	Označení dílu
MPD	Maintenance Planning Document	Dokument plánování údržby
MRO	Maintenance and Repair Organization	Letecká údržbová organizace
CAR	Civil Air Regulations	Regulace civilního letectví
IATA	International Air Transport Association	Mezinárodní organizace sdružující letecké dopravce
IPC	illustrated parts catalog	Ilustrovaný katalog dílů
AR	As Removed	Demontovaný díl
USD	United States Dollar	
WP	Work Pack	Balík prací
IO	Internal Order	Interní Objednávka



## Cíl práce

Cílem této práce bylo vytvořit a navrhnout metodiku pro výpočet časové a finanční náročnosti oprav konstrukčních celků letecké techniky na základě tří klíčových parametrů. Těmito klíčovými parametry jsou stáří letounu, výrobce (typ) letounu a typ provozovatele. Přičemž každý z těchto parametrů určitým způsobem ovlivňuje finální cenu provedené letecké údržby.

Pro snazší návrh metodiky byla vytvořena databáze, která poskytuje přehledné údaje o proběhlých zakázkách letecké údržby vybrané letecké údržbové organizace. Databáze slouží společně s analyticky vyhodnocenými parametry jako vstup pro program, který pomocí zadaných parametrů vyhodnocuje uplynulé zakázky a na základě toho navrhuje koeficient upravující finální cenu nabídky na novou zakázku.

# Obsah

Úvod .....	12
1 Klasifikace nákladů a dělení nákladů .....	13
1.1 Dělení nákladů .....	13
1.2 Druhové členění nákladů .....	13
1.3 Kalkulační dělení nákladů .....	14
1.4 Dělení nákladů dle závislosti na změnách v objemu prováděných výkonů .....	14
2 Kalkulace nákladů a cenotvorba .....	17
2.1 Dělení kalkulací dle časové potřeby .....	17
2.2 Dělení dle úplnosti nákladových položek .....	18
2.3 Dělení dle charakteru výrobního procesu .....	19
2.4 Cenotvorba .....	19
3 Charakteristika klíčových provozních parametrů letounů z hlediska letecké údržbové organizace .....	21
3.1 Rozdíly v údržbě letounů A320, B737 NG a B373 CL .....	21
3.2 Vliv stáří letounu na množství poruch .....	24
3.3 Rozdíl údržbě nízkonákladových a klasických dopravců .....	28
4 Analýza databáze aktuálně využívané v JOB AIR Technic a.s. ....	29
4.1 Struktura databázového systému Quantum Control .....	29
4.1.1 Struktura Tasků .....	30
4.1.2 Struktura skladových položek .....	31
4.1.3 Struktura Work Orderů .....	33
4.1.4 Struktura Repair Orderu .....	33
4.1.5 Struktura Fakturace .....	34
4.2 Procesní struktura společnosti JOB AIR Technic a.s. ....	35
5 Metodika kalkulace cenové nabídky .....	37
5.1 Systém Capů .....	37
6 Kalkulace cenové nabídky .....	40
7 Tvorba databáze pro účely cenové kalkulace .....	42
7.1 Prostředí programu SAP Crystal Reports .....	42

7.2 Vytvoření databáze.....	43
7.2.1 Napojení databáze se vstupními daty .....	43
7.2.2 Výběr tabulek a logické propojení tabulek .....	44
7.2.3 Nastavení vstupních podmínek .....	46
7.2.4 Výběr dat .....	48
7.2.5 Úprava dat na datovém listu – Databáze MHRs.....	48
7.2.6 Úprava dat na datovém listu – Databáze Material .....	49
7.2.7 Spojení datových listů a dodatečné úpravy .....	50
8 Vyhodnocení získaných dat .....	51
8.1 Metodika výpočtu doporučujících koeficientů.....	51
8.2 Typ letounu.....	52
8.3 Typ provozovatele .....	53
8.4 Stáří letounu .....	54
9 Návrh kalkulační metodiky .....	55
Závěr .....	59
Použitá literatura.....	60
Použité obrázky .....	63
Použité tabulky .....	64
Použité grafy.....	65
Použité rovnice .....	66

# Úvod

Tato práce vznikla z požadavku společnosti JOB AIR Technic a.s. na vytvoření databáze sloužící ke zpřesnění a zrychlení naceňování zakázek. Společnost JOB AIR Technic a.s. působí jako letecká údržbová organizace již od roku 1993. Původně se společnost orientovala na údržbu menších letounů - LET L410 a Saab 340. Od roku 2006 má společnost JOB AIR Technic osvědčení pro leteckou údržbu letounů typu Boeing 737 a od roku 2011 má osvědčení na údržbu letounů typu Airbus A320 family. Zákazníci poptávající údržbu jsou v drtivé většině provozovatelé výše zmíněných letounů A320 a B737.

Správné nacenění zakázky je klíčový prvek pro ziskovost společnosti. Letecká údržba je ovšem velmi specifický obor, ve kterém spolehlivost predikce je velmi nízká. Každý letoun je unikátní a způsob jeho provozování odpovídá i potřebám na údržbu. Nacenění zakázky proto není jednoduchou úlohou. Jeden ze způsobů naceňování je využití zkušeností a znalostí oboru. Ovšem ne každý tyto dlouholeté zkušenosti má, a proto je zde i druhá možnost a to nacenění pomocí databáze, která vychází z historických dat společnosti. Právě touto metodou se zabývá tato diplomová práce. V teoretické části je pojednáváno o kalkulaci nákladů a obecných způsobech naceňování. Také jsou zde rozebrány vybrané klíčové parametry provozu a jejich možný vliv na náklady spojené s údržbou letecké techniky. Praktická část analyzuje zpracování dat ve vybrané letecké údržbové organizaci JOB AIR Technic a.s. Dále jsou tyto poznatky využity při tvorbě databáze sloužící pro naceňování zakázek. Je zde vysvětleno, jak probíhá nynější naceňování a jak by naceňování mohlo probíhat s využitím nově vytvořené databáze.

# 1 Klasifikace nákladů a dělení nákladů

Náklady jsou definovány jako vynaložení ekonomických zdrojů na provedení určité aktivity s cílem získání finančního (ekonomického) prospěchu. Tímto ekonomickým prospěchem rozumíme výnosy, které jsou dále převoditelné na peníze. Tedy účelem každého obchodního počinu je vynaložení určité části majetku s cílem zhodnocení této obětované části. [2, 3]

Velmi často jsou pak náklady zaměněny za výdaje. Náklady jsou oproti výdajům toková veličina. Jsou sledovány v určitém časovém období a jsou účelově vynaloženy. Výdaje oproti tomu jsou jednorázové a nevedou k úbytku majetku společnosti, nýbrž ke změně ve struktuře majetku. [2, 3]

Příkladem nákladů může být spotřeba materiálu, výdaje jsou pak platba faktury za nákup materiálu.

## 1.1 Dělení nákladů

Jak již víme, náklady jsou základním ukazatelem činnosti podniku. Cílem managementu je efektivně řídit tuto nákladovou složku, a proto je nutné náklady sledovat a zkoumat. Z důvodu přesnějšího sledování je potom nutné náklady rozdělit do určitých skupin, podle kterých jsou sledovány. [2]

## 1.2 Druhovému členění nákladů

- spotřeba materiálu,
- odpisy fixních aktiv,
- mzdové náklady,
- externí služby a práce,
- finanční náklady.

Z hlediska účetnictví pak náklady dělíme na:

- provozní náklady,
- finanční náklady,
- mimořádné náklady.

Toto členění je důležité v tom, že pro společnost získá přehled o rovnováze mezi potřebou zdrojů a okolím, které je schopno tyto zdroje poskytnout. Nevýhoda sledování nákladů pomocí druhového členění je, že zde není zkoumána příčina vzniku těchto nákladů. [2]

### 1.3 Kalkulační dělení nákladů

Před rozdělením nákladů tímto způsobem, je nutné definovat dva podstatné pojmy, které jsou úzce svázány s tímto dělením.

Jednicové náklady = náklady, které vztahujeme k výrobkům, nebo procesům společnosti. Jednicové náklady jsou převážně variabilní. [2]

Režijní náklady = náklady vztažené k podpůrným procesům společnosti. Mají základ v nákladech na obsluhu, řízení a v technologických nákladech, které nelze vyjádřit jako jednicové. [2]

Pomocí kalkulačního dělení pak můžeme rozdělit náklady na:

- přímé náklady,
- nepřímé náklady.

Přímé náklady jsou náklady, které lze zjistit, změřit nebo jednoduše přiřadit konkrétnímu objektu. Například náklady na výrobek. Z této definice je tedy jasné, že přímé náklady jsou svázány s jednicovými náklady. [2]

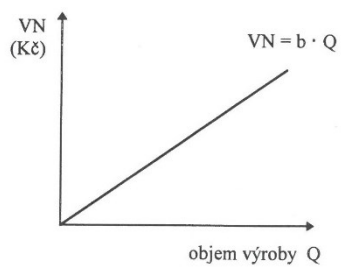
Oproti tomu nepřímé náklady jsou společné a nelze je přiřadit konkrétnímu objektu. Proto bývají rozpouštěny v poměru, který stanoví společnost. Například podle počtu pracovníků, nebo dle rozlohy pracoviště. [2]

### 1.4 Dělení nákladů dle závislosti na změnách v objemu prováděných výkonů

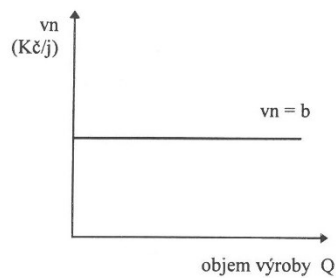
Náklady, ať už z jakéhokoliv výše uvedeného hlediska můžeme jednoduše sledovat historicky, včetně jejich vývoje v čase. Z manažerského hlediska je ale nutné předpovídat vývoj nákladů do budoucnosti. S tímto problémem vznikla i otázka: „Jak se změní náklady a především výnosy, upravím-li objem výroby?“. Tuto otázku pomáhá zodpovědět právě toto členění nákladů:

- variabilní (náklady se mění v závislosti na objemu prováděných výkonů),
- fixní (náklady na nemění v závislosti objemu prováděných výkonů),
- smíšené (náklady spojující vlastnosti fixních i variabilních nákladů). [1]

Graf celkových nákladů

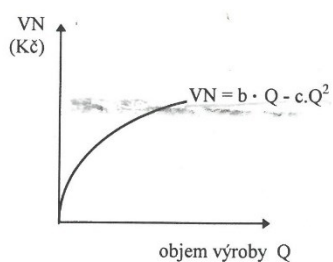


Graf jednotkových nákladů

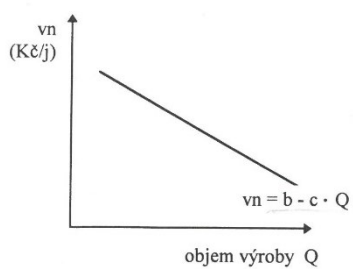


Obrázek 1 – Variabilní proporcionální náklady [1]

Graf celkových nákladů

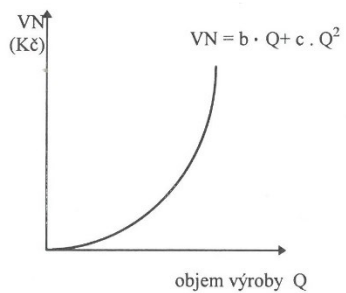


Graf jednotkových nákladů

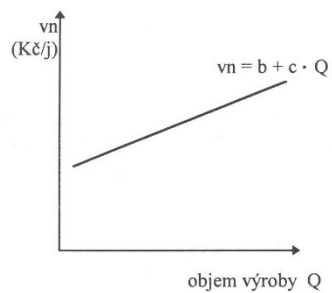


Obrázek 2 - Variabilní podproporcionální náklady [1]

Graf celkových nákladů

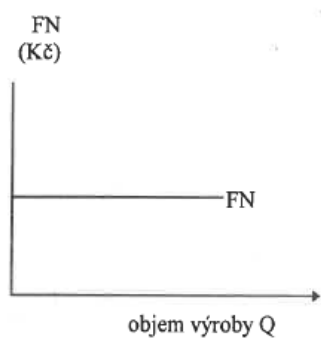


Graf jednotkových nákladů

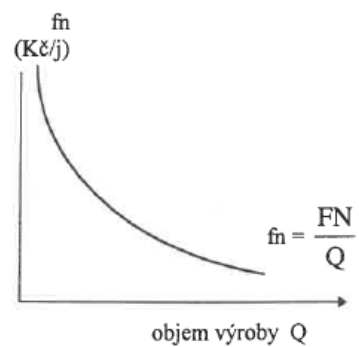


Obrázek 3 - Variabilní nadproporcionální náklady [1]

Graf celkových nákladů

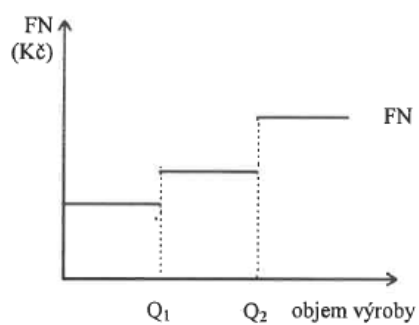


Graf jednotkových nákladů

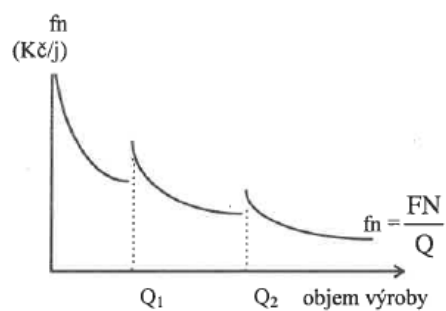


Obrázek 4 - Absolutně fixní náklady [1]

Graf celkových nákladů



Graf jednotkových nákladů

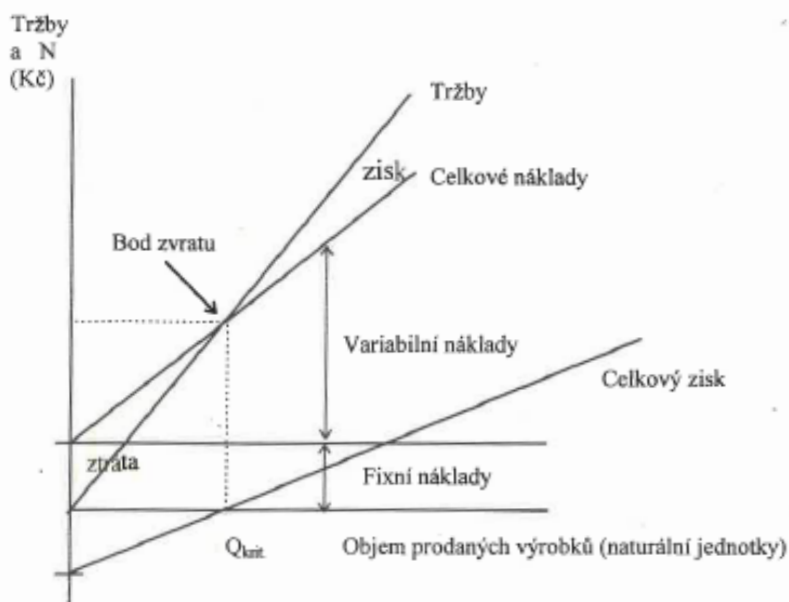


Obrázek 5 - Fixní náklady [1]



## 2 Kalkulace nákladů a cenotvorba

Každá společnost usiluje o dosažení co největšího zisku. Ten je ovšem ovlivněn dvěma základními podmínkami, a to: vnitřní podmínky a procesy společnosti, a vnější vlivy působící na společnost (postavení na trhu, poptávka, náklady na materiál, či služby, které společnost nakupuje nebo objednává). Kalkulace vymezují možnosti působení podnikatelské činnosti v závislosti na těchto dvou podmínkách. Účelem kalkulací je proto určení nákladů na konkrétní procesy společnosti a vytvoření ceny produktu, či služby tak, aby společnost byla zisková. Tedy, aby hospodářský výsledek pohyboval nad bodem zvratu. [1]



Obrázek 6 - Bod zvratu [1]

### 2.1 Dělení kalkulací dle časové potřeby

Stejně tak jako náklady, můžeme rozlišit různé typy kalkulací. Prvním z dělení je dělení dle časové potřeby:

- kalkulace předběžná,
- kalkulace výsledná,
- kalkulace specifická.

Předběžná kalkulace vyjadřuje předem definované náklady na výrobek. U již zaběhlých výrobků jsou náklady předem známy a můžeme s nimi počítat pomocí jednic a známého objemu. V případě větší variability nákladů je možné k výpočtu použít průměrných nákladů. U nových výrobků se musí náklady odhadovat, a to pomocí podobných výrobků. [1]

Výsledná kalkulace je složena z průměrných skutečných nákladů na jeden výrobek za stanovené období. Tato kalkulace je podstatná pro procesy, které se málokdy opakují a podmínky výroby se často mění.

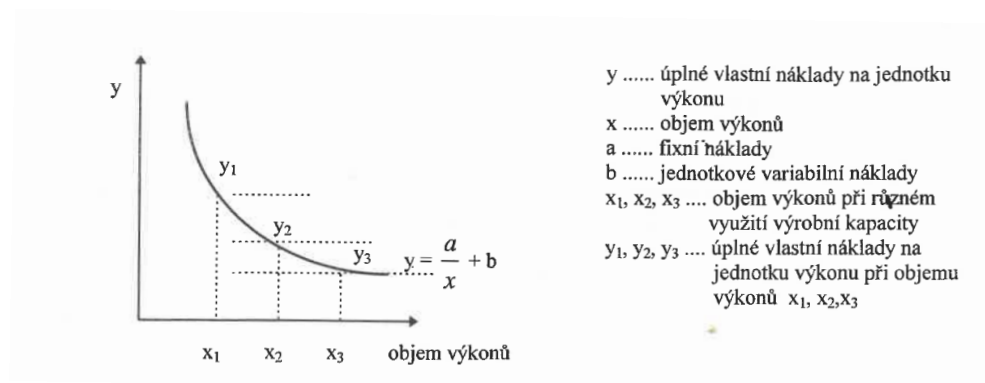
Specifické kalkulace se pak provádí pro velmi specifické a neobvyklé případy. [1]

## 2.2 Dělení dle úplnosti nákladových položek

Podle tohoto dělení dělíme kalkulace na dvě skupiny:

- kalkulace úplných nákladů,
- kalkulace neúplných nákladů.

Pomocí kalkulace úplných nákladů lze získat předběžné nebo skutečné náklady na výrobu při stanoveném objemu. Neumožňuje ovšem snadno získávat variantní propočty. Je to z toho důvodu, že vzorec vyžaduje znalost fixních nákladů a počítá s jejich poklesem při nárůstu objemu. [1]



Obrázek 7 - Graf závislosti nákladů na objemu výkonu

Pomocí kalkulace neúplných nákladů získáme pouze přímé, nebo variabilní náklady.

[1]

## 2.3 Dělení dle charakteru výrobního procesu

Vzhledem k tomuto rozdělení bereme v potaz dva druhy výrobního procesu:

- zakázkový výrobní proces,
- výrobní proces sdružených výkonů.

Kalkulace zakázkových výrobních procesů je použitelná pouze pro společnosti, které nabízejí pouze jednotlivé výrobky, případně velmi malé série výrobků anebo individuální služby. Předmětem kalkulace je konečný produkt definovaný zakázkou. Vzhledem k tomu, že každá zakázka je specifická, je nutné provedení kalkulací pro každou zakázku zvlášť a sledování nákladů rovněž individuálně. [1]

Pro kalkulace při sdružených výkonech pak používáme dvě metody:

- odečítací metoda,
- rozčítací metoda.

Odečítací metoda je využitelná v případě, že nám při výrobě hlavního produktu vznikají i vedlejší produkty, které lze rovněž zhodnotit. Příkladem je třeba výroba ropy. Náklady na hlavní výrobek jsou pokráceny cenou vedlejších produktů. Zbytek nákladů jsou pak náklady na hlavní produkt. [1]

Při metodě rozčítací, nelze definovat hlavní a vedlejší produkty. Proto je nutné definovat klíč, dle kterého se náklady dělí poměrově. Klíčem může být třeba prodejní cena, hmotnost atd. [1]

## 2.4 Cenotvorba

Cena produktu je odvíjena od politiky společnosti. Jak již bylo výše zmíněno, každý podnik usiluje do ziskovost. To je jedním z cílů politiky společnosti. Proto nacenění výrobku obecně vážeme ke třem základním metodám:

- tvorba ceny podle nákladů,
- tvorba ceny podle konkurence,
- tvorba ceny podle poptávky. [4]

Výchozím požadavkem první metody, tedy metody založené na nákladech je samozřejmě přesná znalost nákladů. Důležitý je i odhad množství, které se prodá. Při znalosti této veličiny pak můžeme ovlivnit fixní náklady díky většímu množství (jak dokazuje graf na Obrázku 7). [4]

### Typový kalkulační vzorec

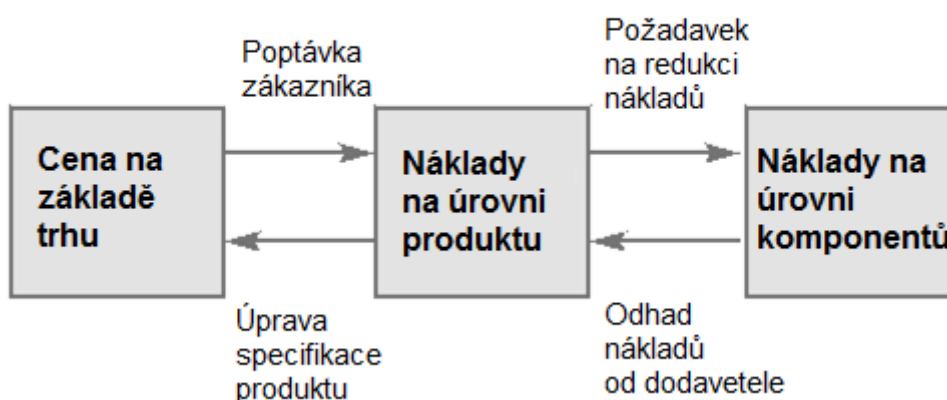
Kalkulace nákladů	1. Přímý materiál	Cenová kalkulace
	2. Přímé mzdy	
	3. Ostatní přímé náklady	
	4. Výrobní režie	
	$\Sigma (1 - 4)$ Vlastní náklady výroby	
	5. Správní režie	
	$\Sigma (1 - 5)$ Vlastní náklady výkonu	
	6. Odbytové náklady	
	$\Sigma (1 - 6)$ Úplné vlastní náklady výkonu	
	7. Zisk (ztráta)	
	$\Sigma (1 - 7)$ Cena	

Obrázek 8 - Typový kalkulační vzorec cenové kalkulace [1]

V případě cenotvorby založené na cenách konkurence, je samozřejmě nutná znalost nákladové složky produktu, nicméně velikost marže se odvíjí od ceny konkurence, popřípadě od průměrných cen ostatních prodejců. Nutností této metody je schopnost aktivní reakce na vývoj ceny na trhu. Tato reakce ovšem musí být stále adekvátní cenové politice společnosti. [4]

Poslední metoda cenotvorby je pro společnost velmi příznivá. Společnost zná přesně poptávku, tedy množství, které zákazník požaduje a může na to snadno reagovat úpravou objemu výroby. Nákladová složka se tedy vypočítá naprosto přesně a je tedy možné provedení maximalizace zisku. Tento případ ovšem nastává velmi často, neboť nárůst konkurence na trhu je velmi rychlý a pak společnost musí přecházet na druhou metodu, tudíž tvorbu ceny podle konkurenčního prostředí. [4]

### Hlavní prvky cílené cenotvorby



Obrázek 9 - Hlavní tři prvky cílené cenotvorby [5]

### 3 Charakteristika klíčových provozních parametrů letounů z hlediska letecké údržbové organizace

Letecká údržba je velmi specifické odvětví, které se nedá s ničím srovnat. Letecké konstrukční celky jsou pod neustálou zátěží, ale především rozdílnou zátěží. Tomu se také přizpůsobuje styl údržby, který předepisuje výrobce. Různorodost typů údržby je velká. Od Daily Checků, přes přísnější prohlídky jako je C-Check až po prohlídky v rámci Redelivery (předání letadla operátorem leasingové společnosti zpět). Každý výrobce určuje jiný styl údržby a každé letadlo je jedinečné – proto vyžaduje svůj styl údržby. Proto jsou pro leteckou údržbovou organizaci při kalkulacích nákladů podstatné tři základní provozní parametry: Typ letounu, stáří letounu a Typ provozovatele (Nízkonákladoví a Klasičtí dopravci). Tyto rozdíly budou vysvětleny detailněji v následujících kapitolách. [9, 11]

#### 3.1 Rozdíly v údržbě letounů A320, B737 NG a B373 CL

Rozdílů v údržbě letounů výrobců Boeingu a Airbusu není moc, ale za to jsou znatelné. Rozdíly jsou dány především odlišnými filozofiemi konstrukce. O filozofiích konstrukcí jako je Fail-Safe, Safe-life a Damage tolerance, bude více popsáno v následující kapitole. V této kapitole bude popsán vliv stáří letadlového celku na množství poruch. Ovšem vliv stáří konstrukce znatelně ovlivňuje celou filozofii provozu letadla. Vezměme v úvahu porovnání počátku výroby letadel výrobce Boeing, který započal produkci typu B737 již v roce 1967 a výrobce Airbus, který započal výrobu letadel typu A320 o více než 20 let později, v roce 1988. Již to nám dává velký časový rozdíl k tomu, aby Airbus využil nejen nové technologie, ale aby se vyvaroval chybám Boeingu. [9, 11]

Zářnými příklady vyvarování se konstrukčních chyb, je například v tom, že Boeing vedl kabeláž osvětlení zvaného Logo light přes palivové nádrže, což v historii způsobilo letecké nehody. Řešením bylo vydání postupu, který měnil trasu vedení kabeláže. Druhým příkladem je přehřívání palivového čerpadla, pokud bylo v centrální nádrži málo paliva. To vedlo k výbuchům. Řešením tohoto problému bylo vydání Service Bulletinu, který nařizoval častější a efektivnější kontroly a také to, že palivové čerpadlo může být zapnuto pouze pokud je v nádrži 453 kg paliva a více. Airbus se těmto nešťastným řešením naštěstí vyhnul. Dalším příkladem je to, že konstrukce draku je celkově robustnější s větším množstvím materiálu. [6, 8, 9, 11]



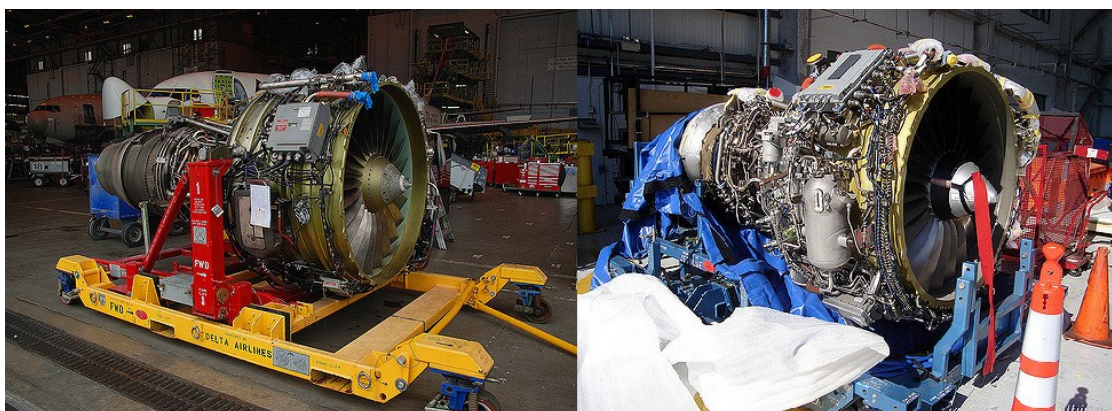
Obrázek 10 - Následky výbuchu v nádrži Boeingu 737 ze dne 3.3.2001 [7]

Již bylo zmíněno, že Airbus měl při návrhu konstrukce možnosti využití novějších technologií než Boeing. Tak také učinil a vzniknul jeden z největších provozních rozdílů těchto dvou typů letadel, a to nová technologie Fly-By-Wire. Zatímco Boeing využívá stále mechanické řízení, které vyžaduje vizuální a mechanickou kontrolu, případně výměnu lan a táhel, systém Fly-By-Wire využívá přenosu elektrického signálu k ovládání řídicích ploch. Proto kontrola řídicích prvků Airbusu nemusí být vizuální a mechanická, ale je provedena pouze testem, který má letoun v programu ve své výpočetní jednotce. Stejně tak další velké množství testů usnadňuje a urychluje práci mechanika pouhým počítačovým testem. Je tedy mnohem snazší hledat závady. Navíc některé závady mohou být nahlášený systémem ACARS již za letu a linkový mechanik již má naplánováno, jaké postupy bude provádět. Tím se optimalizuje práce na letadle. Negativem této výhody je cena výpočetní jednotky v případě výměny. [9, 11]

Ovšem nejen elektronizace změnila styl údržby Airbusu oproti Boeingu. Letouny Airbus využívají v konstrukci pro řídicí plochy kompozitní materiály na rozdíl od Boeingu, který zůstal pouze u kovů. To, že má letadlo kompozitní materiály, klade vyšší nároky na vybavení údržbové organizace a na znalosti jejích zaměstnanců. Je totiž nutné zřízení specializované dílny, dále pak nutnost zaměstnanců vyškolených na opravy kompozitových celků a k tomu samozřejmě příslušné vybavení. A nezapomínejme na oddělení NDT. V případě Boeingu bylo NDT prováděno za pomoci rentgenu. Na kompozitové celky by rentgen nebyl účinný, a proto se používá termokamera a ultrazvuk. [9, 11]

Své vysoké nároky na vybavu údržbové organizace Airbus dokazuje i v oblasti nářadí a přípravků. Na rozdíl od Boeingu, který se v oblasti nářadí spokojí i s univerzálními nástroji, Airbus vyžaduje speciální vybavení, které je přesně předepsané. To zvyšuje náklady na údržbu tím, že si tyto nástroje musí údržbová organizace koupit nebo pronajmout. Stejně tak je to s přípravky pro demontáž motoru. Zatím co Boeing

využívá pouze jeden druh motoru – CFM56, Airbus má dva druhy motoru – CFM56 a IAE V2500. To vzhledem k odlišným konstrukcím motoru opět klade zvýšené požadavky na dva různé přípravy pro usazení motoru při jeho demontáži. [9, 11]



Obrázek 11 - Porovnání přípravků na usazení motorů pro CFM-56 a IAE V2500 [19,20]

Posledním technologickým rozdílem je filozofie důvěry. Boeing stále vkládá hlavní důvěru v pilota a na veškeré úkony je pilot pouze upozorněn, a musí je vykonat sám. Airbus zvolil opačnou filozofii a snažil se vyvarovat lidskému činiteli. Proto je většina úkonů automatizována a pilotovi je pouze oznámeno, že byl úkon proveden. Typickým příkladem může být přepnutí palivového čerpadla za letu. Airbus při určitém množství paliva v dané nádrži přepíná čerpadlo na jiné automaticky. Boeing upozorní podsvícením příslušného přepínače a upozorněním pomocí Master Caution (varovná kontrolka). [9]

Na závěr této kapitoly by se hodilo shrnutí rozdílů, které jsou v údržbě těchto typů letadel zásadní. Hlavním rozdílem je stáří finální konstrukce. Letouny Boeing 737 jsou obecně starší a jak prokáže následující kapitola, mělo by se statisticky vyskytovat i více poruch. Se stářím úzce souvisí i použité filozofie a technologie. Hlavní výhodou letounů Airbus A320 je celkové elektronizace těchto letounů. Výrobce sice nařizuje obecně častější kontroly, ale kontroly jsou zjednodušeny pomocí tzv. self-testů, které zvládne sama výpočetní jednotka letadla. Posledním markantním rozdílem je filozofie použitých materiálů konstrukce, od kterých se odvíjí způsob oprav. [9]

### 3.2 Vliv stáří letounu na množství poruch

Vliv stáří letounu na množství jeho poruch je razantní. Pokud se budeme dívat na tuto problematiku z obecného hlediska, je velmi dobře popsána matematickou disciplínou, kterou je Teorie spolehlivosti. Jedná se o metodu, která vede k zabezpečení výrobků a může velmi přesně predikovat stav výrobků v čase. Spolehlivost je velmi významné kritérium jakosti. Spolehlivost je pak ovlivňována náhodnými jevy a to je popsáno pomocí pravděpodobnosti. Pravděpodobnost poruchy je popsána vztahem:

$$F(t) = P(\xi \leq t), v \text{ intervalu } < 0, T >$$

*Rovnice 1 - Pravděpodobnost poruchy*

Kde  $\xi$  = doba do poruchy,

$T$  = doba provozuschopnosti výrobku

Pravděpodobnost bezporuchovosti je dána vztahem:

$$R(t) = 1 - F(t), v \text{ intervalu } < 0, T >$$

*Rovnice 2 - Pravděpodobnost bezporuchovosti*

Potom hustota pravděpodobnosti je rovna:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$$

*Rovnice 3 - Hustota pravděpodobnosti*

Z toho vychází, že intenzita poruch je dána vztahem:

$$\lambda(t) = \frac{F(t)}{R(t)}$$

*Rovnice 4 - Intenzita poruch*

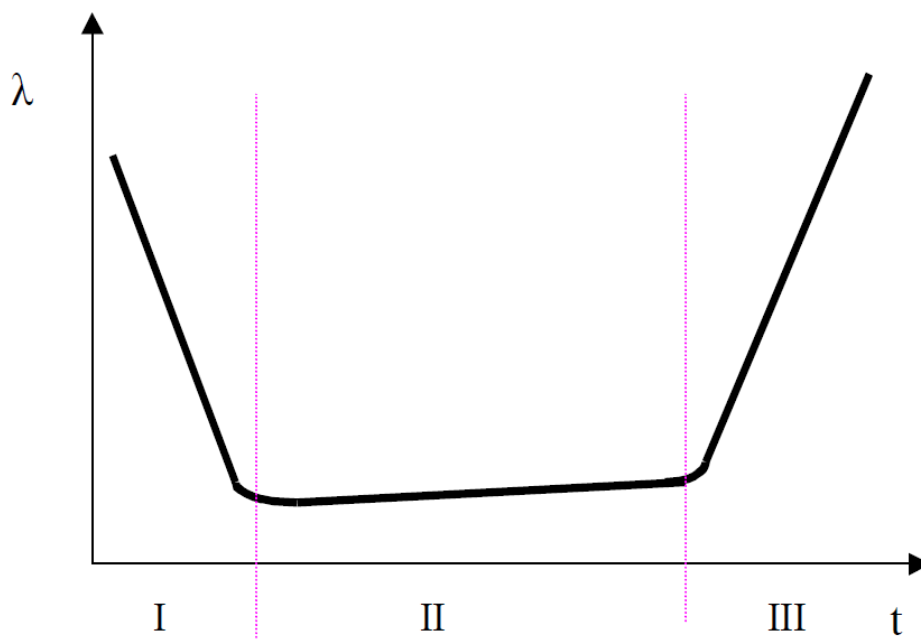
Za podmínek, že.

$$R(t) + F(t) = 1$$

*Rovnice 5 - Součet pravděpodobnosti bezporuchovosti a pravděpodobnosti poruchy*

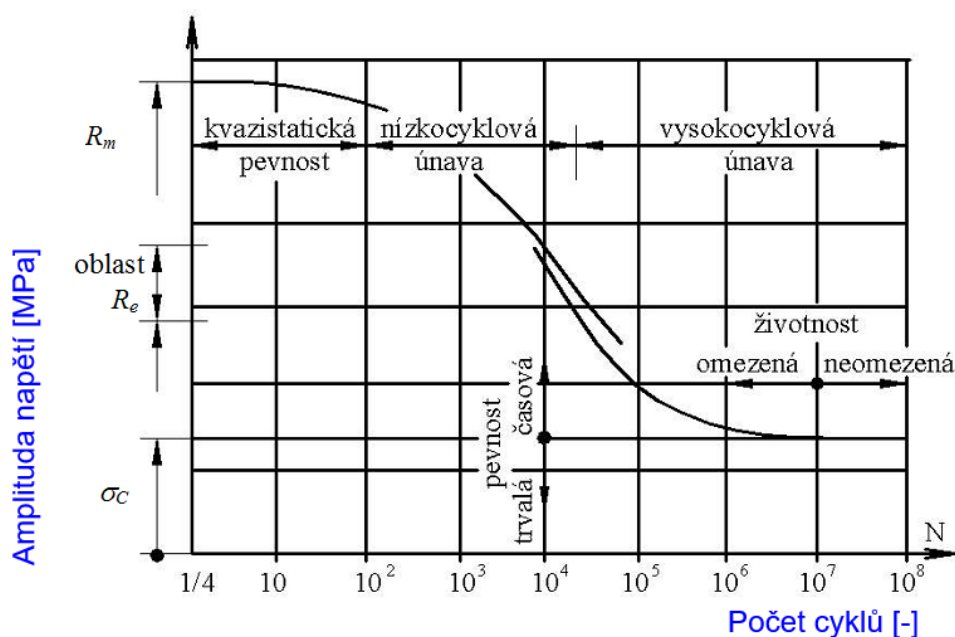


Tedy, že součet pravděpodobnosti bezporuchovosti a pravděpodobnosti poruchy je roven jedné. Pomocí těchto výpočtů pravděpodobností získáme průběh znázorňující intenzitu poruch v závislosti na čase, tzv. Vanovou křivku. [10]



Obrázek 12 - Graf závislosti pravděpodobnosti vzniku poruch na čase [10]

Letecké konstrukce byly tvořeny dle předpisů CAR 4b. 216. V padesátých letech dvacátého století se letecké konstrukce držely v oblasti Nízkocyklové únavy, která vychází z následujícího grafu:



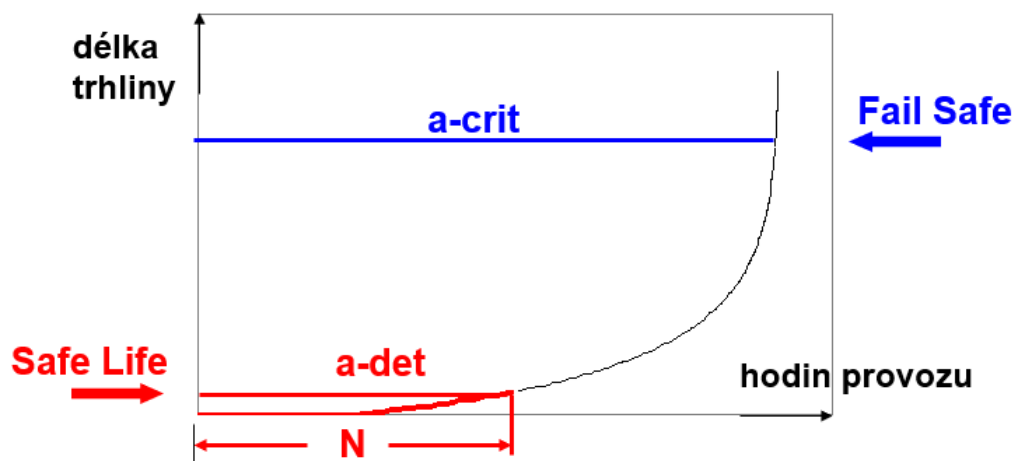
Obrázek 13 - Graf závislosti pevnosti na počtu cyklů [12]

V praxi to znamenalo, že napětí mohlo být větší, než byla mez kluzu, ale pouze do určitého počtu cyklů. Později se začaly prosazovat nové dva designy, které byly i zaneseny do předpisů:

- Safe life
- Fail safe [12]

Teorie designu Safe life nepřipouští vznik poruchy, nebo trhliny. Konstrukce je předdimenzovaná a předpokládá se, že po dobu životnosti komponentu nevznikne, žádná porucha. Využití této teorie samotné na celou konstrukci by bylo samo o sobě nevhodné. Předdimenzované komponenty by byly zbytečně těžké, což by mělo velký vliv na spotřebu. Navíc pravidelná výměna celých komponentů i v případě, že jsou v pořádku je také neekonomické. [12]

Proto byla přidána do kombinace s teorií Safe life, teorie Fail safe. Tato teorie designu poruchy připouští, ale na místech, kde porucha není kritická, je ji snadné opravit a provoz letounu je možný i s poruchou za předpokladů, že bude oblast poruchy přísněji kontrolována. Tento design se používá pro systémy, které je možné zálohovat a při výpadku vždy splní svou úlohu záloha, aniž by to jakkoliv ovlivnilo provoz letadla jako celku. [12]



Obrázek 14 - Graf závislosti délky trhliny na čase [12]

Obrázek 14 prezentuje rozdíl mezi teoriemi Safe Life a Fail Safe. V případě Safe life je doba provozu komponentu dána cykly. U Fail safe je omezení provozu posunuto z detekovatelné délky trhliny ( $a_{det}$ ) až na kritickou délkou trhliny ( $a_{crit}$ ). Poté musí být komponent nahrazen nebo opraven. [12]

Na konci sedmdesátých let dvacátého století vstoupila do hry nová teorie – Damage Tolerant. Ta posunula Safe Life do oblasti táhel a podvozků. Damage tolerant je velmi podobná Fail Safe. Také připouští možnost poruchy, ale díky periodickým prohlídkám nevyžaduje nutně zálohu komponentů. I přes to ji doporučuje. Navíc je využito i znalosti postupu poruchy a kritické přípustné délky trhliny. [12]



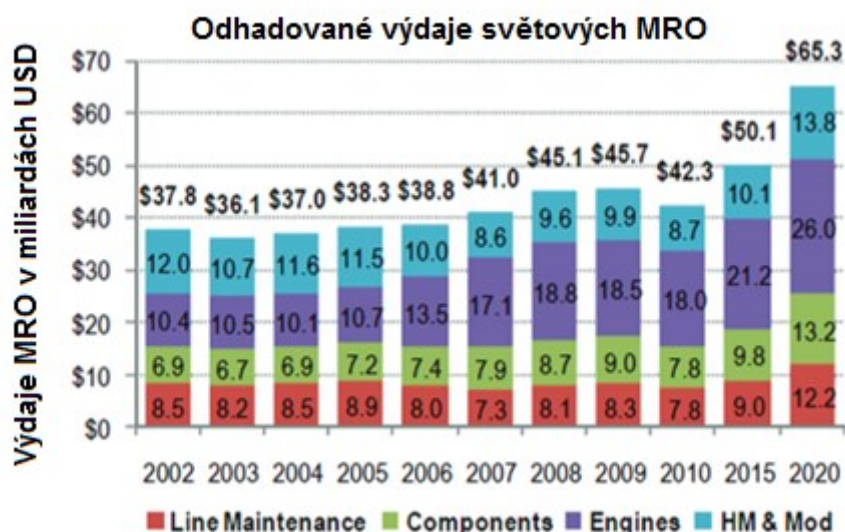
Obrázek 15 - Konstrukční filozofie dopravních letadel [13]

### 3.3 Rozdíl údržbě nízkonákladových a klasických dopravců

Z hlediska provozu operátorů je můžeme rozdělit na klasické provozovatele a nízkonákladové provozovatele. Toto hledisko je důležité nejen z toho důvodu, že způsoby údržby se mírně liší, ale také z toho důvodu, že rozdílná povaha a ekonomické cíle těchto typů mění také náročnost údržby. [14]

Klasičtí provozovatelé mají standardně 2-3 různé typy cestovních tříd. Tento fakt způsobuje, že údržba je náročnější. Například při rekonfiguraci kabiny technici musí ke každé třídě, tedy každému typu sedadel přistupovat jinak. Oproti tomu nízkonákladoví dopravci mají jedinou třídu, kde jsou typy sedadel stejné a při opakované práci je vyšší efektivita techniků. [14]

Nejvýraznější rozdíl dělá i strategie nákupů letadel. Klasičtí dopravci si letadla ze zásady kupují. To je nutí provozovat letadla co nejdéle. S tím samozřejmě jak jsme se již v předchozí kapitole dozvěděli roste množství poruch a nálezů. I přesto, že klasičtí dopravci mají svou vlastní údržbu, tzv. In-house údržbu. Nízkonákladoví dopravci se snaží na údržbě samozřejmě šetřit. Tento typ dopravců šetří nejen z toho důvodu, aby minimalizovali náklady na provoz, ale také z toho důvodu, že letadla mají v drtivé většině pouze v pronájmu od leasingové společnosti. Proto také provádějí výměny flotil po cca 8 letech. Vzhledem k údržbě se pak dělí nízkonákladoví dopravci na větší a menší provozovatele. Větší provozovatelé už mají svou vlastní linkovou údržbu ale i těžkou údržbu. Menší provozovatelé potom těžkou údržbu vždy outsourcují a linkovou údržbu si provádí sami, případně také řeší outsourcingem. [14, 16]



Obrázek 16 - Graf výdajů světových MRO organizací [15]

Jak naznačuje Graf na obrázku 16, jehož zdrojem je IATA, pak výdaje světových leteckých údržbových organizací rostou. Což znamená, že trh volí a podle odhadů bude volit formu outsourcingu. [15, 16]

## 4 Analýza databáze aktuálně využívané v JOB AIR Technic a.s.

Účelem analýzy je popsat současnou databázi a procesy ve společnosti JOB AIR Technic a.s., tak, aby bylo možné pochopit způsob výpočtu nákladů a způsob tvorby cenové kalkulace.

### 4.1 Struktura databázového systému Quantum Control

Systém Quantum Control je databázový systém vyvinutý pro MRO a Logistické společnosti. Tento systém je alfa-omega společnosti JOB AIR Technic a veškeré níže popsané procesy jsou podřízeny právě tomuto systému. Každý jednotlivý zákazník má v systému pod sebou Interní objednávku, jinými slovy - jeden projekt. Každá Interní objednávka odkazuje pouze na jedno letadlo. Ke každému letadlu je jeden či více Work Packů (souborů prací) které se skládají z Tasků (úkonů). [17]



Obrázek 17 - Diagram struktury zakázek společnosti JOB AIR Technic [17]

#### 4.1.1 Struktura Tasků

Každý Task je jedna práce prováděna na letadle. Proto se sestává z doby mechanikem odpracované na letadle a z materiálu, který byl na danou činnost použit, případně z dalších níže popsaných procesních součástí údržby. [17]

Labor	Skills	Bill of Materials	Status History	Tools	Instructions	Misc Charges	Panels	Sub-WO	
Part #	Part Desc	Cond Code	Qty	Qty Reserved	Qty Issued	Qty Turn	Display Activity		
▶ NSA937502-04	SPLICE SLEEVE	NE	8,00	0,00	8,00	0,00	Consumable		
NSA937502-03	SPLICE SLEEVE	NE	0,00	0,00	0,00	0,00	Consumable		
NSA936809RG0003	SPLICE	NE	8,00	0,00	8,00	0,00	Consumable		
NSA936809RG0002	SPLICE	NE	8,00	0,00	8,00	0,00	Consumable		
NSA936809RG0001	SPLICE	NE	8,00	0,00	8,00	0,00	Consumable		
EN3155-018M2018	PIN	NE	60,00	0,00	60,00	0,00	Consumable		

Obrázek 18 - Detail náhledu na použitý materiál na task kartě v systému Quantum Control [17]

Karty mají šestimístné číselné označení, které se sestává z následujících prvků. První číslo označuje interní druh práce:

- 1 – INCOMING = práce nutné pro vykonání s příchodem letadla (tažení do hangáru, vážení atd.)
- 2 – BASIC = inspekční práce
- 3 - ADDITIONAL WORK = dodatečné práce
- 4 - SB/AD = práce dle Service bulletinu od výrobce
- 5 – FINDINGS = nálezy při inspekci
- 6 – CUSTOMER = zvláštní požadavky zákazníka
- 8 – ADMIN = administrativní úkony spojené s vedením zakázky
- 9 – OUTGOING = práce spojené s výstupem letadla [17]

Druhá dvě čísla označují ATA pozici, na které je třeba práci provádět. Zbylá tři místa jsou sekvenční, určující pořadí prací. Například 235001 je první inspekce kyslíkového okruhu. [17]

Jak již bylo výše zmíněno ke každému Tasku se zaznamenává provedená práce. U karet typu 2 – BASIC je znám i předpokládaný čas splnění, který je dán výrobcem. Ve společnosti JOB AIR Technic je k zaznamenávání doby práce využíván systém čárových kódů, kdy každá práce je označena unikátním čárovým kódem a každý mechanik má přidělen svůj čárový kód. Naskenováním těchto dvou kódů se do systému zaznamená start a konec prací. [17]

Dále je u každého Tasku uveden seznam materiálu, který byl použit. Je zaznamenána kvantita, přesné interní označení (Batch number), které vede ke konkrétním informacím například o ceně, dodavateli atd. [17]

Speciálním případem jsou karty typu 8- ADMIN, kam se zaznamenávají objednávky a poplatky spojené s vedením zakázky. [17]

Obecně jsou karty děleny na tzv. základní balík, což jsou tasky, které si zákazník předem objedná. Dále jsou nálezové karty, které vychází z karet základního balíku a nakonec dodatečné (additional) karty, které vzniknout na žádost zákazníka v průběhu revize. [17]

Poslední součástí je dílenský Work Order (tzv. Sub-WO), což je odborná práce na leteckém komponentu, kterou má JOB AIR Technic v Capability listu (oprávnění na opravu). [17]

Seq	Status	Task Type	Work Required	Billing Group	Reference	External Task	Task
220002	Pending	BASIC	TAIL CONE AND APU ACCESSORY COM C-CHECK		249200-210-02	200315-01-1	
220003	SIGN OFF	BASIC	UPPER FORWARD PYLON - LH ENGINE C-CHECK		249200-220-00	200413-03-1	
220004	SIGN OFF	BASIC	UPPER FORWARD PYLON - RH ENGINE C-CHECK		249200-220-00	200413-03-1	
220005	SIGN OFF	BASIC	FAN AND ACCESSORY GEAR BOX - LH C-CHECK		249200-220-00	200435-01-1	
220006	SIGN OFF	BASIC	FAN AND ACCESSORY GEAR BOX - RH C-CHECK		249200-220-00	200435-01-1	
220007	SIGN OFF	BASIC	HOT SECTION - L/H ENGINE Detailed In C-CHECK		249200-220-00	200453-01-1	
220008	SIGN OFF	BASIC	HOT SECTION - R/H ENGINE Detailed In C-CHECK		249200-220-00	200453-01-1	
221001	PRINTED	BASIC	RECIRCULATION FILTER DISCARD FIL C-CHECK		212141-920-00	212141-01-1	
221002	PRINTED	BASIC	LAVATORY AND GALLEY VENTILATION C-CHECK		212300-600-00	212300-02-1	
221003	SIGN OFF	BASIC	AVIONICS EQUIPMENT VENTILATION C-CHECK		212600-710-00	212600-01-1	
221004	SIGN OFF	BASIC	AVIONICS EQUIPMENT VENTILATION C-CHECK		212600-710-00	212600-02-1	
221005	SIGN OFF	BASIC	AVIONICS EQUIPMENT VENTILATION C-CHECK		212600-710-00	212600-03-1	
221006	SIGN OFF	BASIC	AVIONICS EQUIPMENT VENTILATION C-CHECK		212656-280-00	212600-08-1	
221007	SIGN OFF	BASIC	AVIONICS VENTILATION DUST SEPAR C-CHECK		212643-920-00	212643-07-1	
221008	SIGN OFF	BASIC	AVIONICS VENT. WATER/MOISTURE S C-CHECK		212643-710-00	212643-09-1	
221009	SIGN OFF	BASIC	AVIONICS VENT. WATER/MOISTURE S C-CHECK		212643-100-00	212643-10-1	
221010	SIGN OFF	BASIC	PRESSURE CONTROL AND MONITORII C-CHECK		213100-710-00	213100-01-1	
221011	SIGN OFF	BASIC	PRESSURE CONTROL AND MONITORII C-CHECK		213100-710-00	213100-02-1	
221012	SIGN OFF	BASIC	PACK RAM AIR INLET DETAILED INS C-CHECK		216151-200-00	215000-03-2	
221013	SIGN OFF	BASIC	AIR CYCLE MACHINE DETAILED INSPI C-CHECK		215200-200-00	215222-01-1	
221014	SIGN OFF	BASIC	AIR COOLING AND TEMPERATURE CO C-CHECK		216300-100-80	216000-01-1	
221015	PRINTED	BASIC	AIR COOLING AND TEMPERATURE CO C-CHECK		216342-210-00	216242-01-1	
222001	SIGN OFF	BASIC	FLIGHT AUGMENTATION (FAC) OPER C-CHECK		226000-710-00	226000-01-1	

Work Required

FLIGHT AUGMENTATION (FAC) OPERATIONAL CHECK OF AUTOMATIC CHANGEOVER (AFS TEST)

ZONE: 210

Action Taken

OPERATIONAL CHECK OF AUTOMATIC CHANGEOVER (AFS TEST) has been performed I.A.W. AMM 22-60-00-710-002 rev 59 FEB 01/2018

560/21.3.2018

Obrázek 19 - Výňatek seznamu tasků z Work Package v systému Quantum Control [17]

#### 4.1.2 Struktura skladových položek

Skladové položky jsou naváděny do systému pomocí objednávek. Objednávky vznikají na základě požadavku na konkrétní položku (Part Number), který je popsán v leteckém manuálu – IPC (Illustrated Parts Catalogue). Způsobů vzniku požadavků je několik:

- Předem známý požadavek na díl, který vyplynul z karet základního balíku (2 - BASIC)
- Díl, který je často potřeba, a proto se objednává na sklad, kde se drží v minimálním množství
- Požadavek na díl, který vzniká až při řešení nálezu (karty typu 5 – FINDINGS) [17]

Díly pak můžeme větvit na kmenové karty, tzv. Part Numbery a skladové položky – Stock Lines. Stock Line naprosto přesně definuje skladovou položku a pomocí tohoto označení lze dohledat k položce nutný certifikát, sériové číslo, dodavatele, nákupní cenu, vedlejší pořizovací náklady, zemi původu atd. [17]

**Editing Part Number 'NSA5474-3K7'**

**Main** Additional

Part Number: NSA5474-3K7

Description: NUT

Application: N/A Procurement: BUY

NSN #: ILS: B

Název: Stock Unit: EA

Remarks:

Home LP: 0.00 Mfg. LP EUR: 0.00 Type: C

Price Date: Exch. Rate: 0.04 LP Currency: EUR

Group: 1: Min Sell Qty: 0.00

2: Min Qty NEW: 0.00

1: Min Qty OH: 0.00

Manufacturer: Min OTHER: 0.00

Warnings:

Buy/Plan Code:

Stock Defaults:

Stock Category: Warehouse:

Location: Tax Category:

Qty Multiplier: 0 Critical Exclude Part from Mark-Up

Capabilities:

☒ Upload Part Capabilities to StockMarket

☐ Manufacturing ☐ Certification

☐ Overhaul ☐ Repair

☐ Distribution

Capability Descriptions:

Mfg Desc: Cert Desc:

Qvhl Desc: Rep Desc:

Dist Desc:

Exchange Defaults:

Home LP: 0.00

Mfg. LP EUR: 0.00

Qvhl Cost: 0.0000

SD Core Charge: 0.00

Core Value: 0.0000

PO Core Charge:

PO Lead Days: 0.00

Mfg Lead Days:

Safety Days: 0.00

Reorder Point:

Reorder Qty:

Reviewed:

Class Flag:

Disc. Code:

R&R Total: 0.00

Markup Code:

Budget Code:

Default SO Type:

☐ Sale ☐ Exchange

☐ Overhaul ☐ Non-Stock

Default PO Type:

☐ Purchase ☐ Non-Stock

☐ Exchange ☐ Loan

Default WD BOM Disposition:

☐ Serialized ☐ Auto Calc. Price Lines

☐ Time Life ☐ Expendable

☐ Shelf Life ☐ Haz Material

☐ Track Reliability ☐ Raw Material

☐ AvRef Created

☐ Hot Part

☐ Hologram Shelf Life Days: 0.00

Calculate Exp Date:

☒ Rec Date ☐ Mfg Date ☐ Tag Date

EQQ: 0.00

AvRef Comments:

☒ Allow Printing 8130

The StockMarket Category:

OK Cancel

Obrázek 20 - Kmenová karta (Part Number) v systému Quantum Control [17]

**Stockline for Part Number 'NSA5474-3K7' -- 'NUT'**

StockLine: 10 Condition: NE Control #: 71732 Control ID #: 1 Receiver #: 43016

Quantity: 0.00 Recv Date: 15.3.2016 MO#: Rev:

Location: C338 Inventory Cost: Order Recv Date: PO Cost: USAR ID: Current Repair Cost:

Warehouse: CEAM Price: P/O #: P24972

Owner: TECHNIC Price Visible to StockMarket: Cons Code: Repair Note:

Obtained From: AIRBUS StockMkt Price: 0.00 Repair Cost: 0.0000

Traceable To: EASA FORM 1 Tag Date: 3.3.2016 R0 Number:

Part Cert #: D0050371982P ILS Flag: B Hold

Certified By: AIRBUS Series ID: 0

Shell Life: Exp Date: Series #: 223176

Cert Due Date: Loc Validated: Category: The StockMarket Category: Liquidate: ☒ None ☐ Liquidate ☐ Never

Mfg Lot #: N/A Tool INV. #: Tool No.:

Delivery Note: 4052074663 Pref: 0 Režim: 0

Import: PO Ref Number: Shipment #:

Export: RR Number: 119229

G/L Acct: Freight: ☒ DDU Country:

Ship Invc #: Ship Carrier: Airway Bill: DHL 6546637300

Visible to StockMarket Remarks:

Edit Stock Mgr Adjust History Doc/Images Audit Trail Print Label Stock Audit Track Chgs Create R0

Obrázek 21 - Skladová položka (Stock Line) v systému Quantum Control [17]



Výstupů dílu ze systému je několik:

- Výdej na zakázku – Vydání dle požadavku na konkrétní Task
- Prodej dílu
- Odeslání dílu zákazníkovi – pokud si díl chce zákazník nechat opravit
- Oprava či inspekce dílu – díl ze systému odchází a vrací se s jinou kondicí, vlastnostmi a certifikátem. [17]

#### 4.1.3 Struktura Work Orderů

Work Order je obdoba Work Packu, jen se používá pro jednotlivé dílny. Capability list je seznam prací, které daná společnost může provádět. Některé opravy lze provádět pouze na k tomu určených a specializovaných pracovištích. Jelikož se jedná o nadstandartní práci, musí se evidovat mimo Work Pack. [17]

Demontuje-li se díl z letadla, dostává status UNSERVICEABLE a kondici As Removed. Není jej možné s tímto statusem na letadlo použít. Pokud letecký mechanik s osvědčením provede požadovanou opravu, či inspekci pak vydá osvědčující formulář – EASA FORM 1 (v případě, že je díl v pořádku). Následně se kondice dílu mění v závislosti na provedené práci a je přidělen status SERVICEABLE. Nyní je umožněno díl opět vrátit a namontovat na letadlo. [17]

#### 4.1.4 Struktura Repair Orderu

Repair order je obdoba Work Orderu, probíhající v jiné firmě. Pokud nemá letecká údržbová organizace v Capability listu osvědčení na provádění nějakého úkonu, a zákazník si přeje díl opravit (ne nahradit), odešle společnost díl jiné společnosti s oprávněním na opravu. Díl opět odejde s kondicí AR a vrací se s novou kondicí, obvykle i jiným sériovým číslem (případně PN). [17]

Pcs	Item	Group #	Type	SO Number	CD	Part Number	Description	To Repair	Reserved	Repaired	Reconciled	Qty Scrapped	W/O/MO Number	Parts	Labor	Misc	Total Cost
1	1	1	Overhaul		OH	C20500100	MAIN WHEEL	1.00	0.00	1.00	1.00	0	W5266				

SL #	Original SL #	Part Number	Out on Repair	Qty Repaired	Scrapped	Control #	Control ID	Cons Code	Receiver #	Vendor Invoice #	Serial Number
20	14	C20500100	0.00	1.00	0.00	97848	1	AERICAP	68955	5189801068	1690P

Obrázek 22 - Repair Order v systému Quantum Control [17]

#### 4.1.5 Struktura Fakturace

V terminologii systému Quantum Control rozlišujeme pojmy Billing a Faktura. Billing je faktura v procesu vytváření. V momentě, kdy je billing hotový a připravený k zaslání zákazníkovi, projde procese Postování a stává se (i systémově) fakturou. [17]

Hlavní součástí jsou Billing Groups. Skupiny, pod kterými je rozlišeno, jakým způsobem se počítají náklady. Základní balík je obvykle jedna předem stanovená částka. Ostatní typy karet se platí různými způsoby:

- Stanovená částka (Flat Rate),
- Náklady x marže (Cost \* Mark up),
- Listovní cena x marže (Lest Price \* Mark up),
- Náklady x cenová matice (Cost \* List Price Matrix). [17]

Edit Billing Group for WP # W4370

Master Billing Group: FINDINGS Sequence: 1

Description: Findings arising from task cards

Task: Task Type: Category:

Billing Method: BY TYPE Flat Rates per Task/JC

Parts Billing Method: LIST \* MARKUP Markup Code: NTE: 0,00 Min Chg: 0

Labor Billing Method: FLAT RATE Labor Flat Rate:

OSV Billing Method: COST \* MARKUP Markup Code: 8% NTE:

Misc Billing Method: COST \* MARKUP Markup Code: 8% NTE: 0,00

Cons. Billing Method: NONE

Notes Reference:

(Cap applicable as per GTA)

Billing Print Options

☒ Print Tasks ☒ Print Labor Detail

☒ Print Parts Detail ☒ Print Misc Detail

☐ Task/JC Required ☐ Print OSV Detail

Rev Rec Model

☒ None

☐ Fixed Price

☐ Cost Type

☐ Service

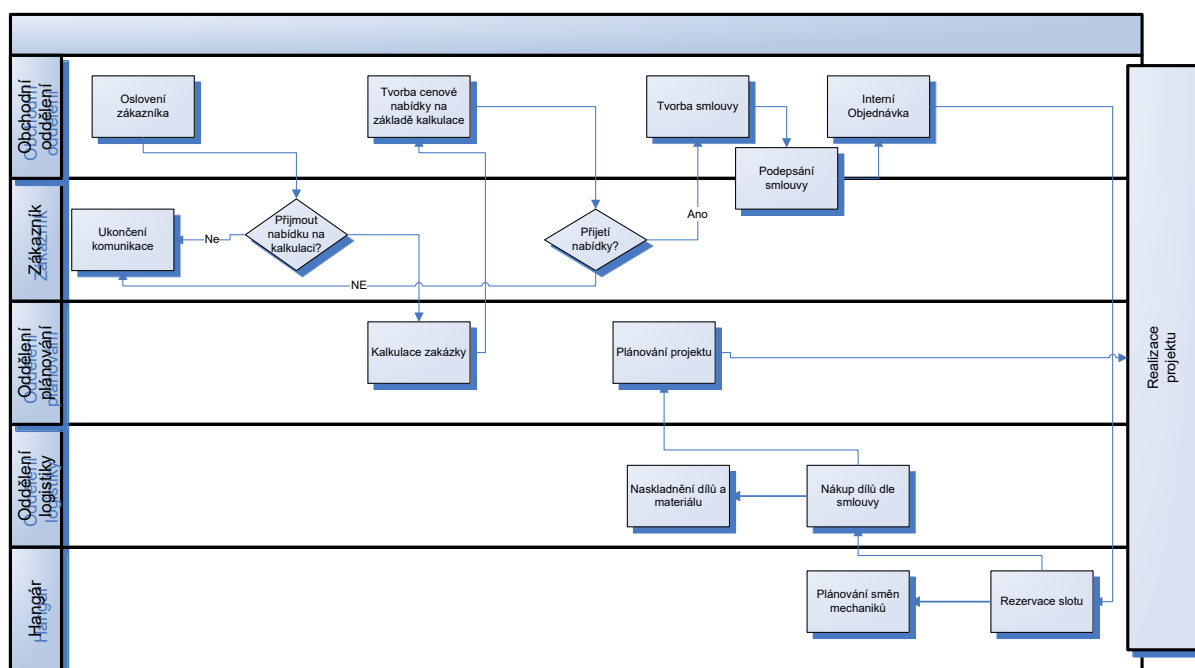
OK Cancel

Obrázek 23 - Nastavení Billing Groups v systému Quantum Control [17]

Po nastavení těchto Billing Group se k nim přiřadí karty a systém dopočte náklady a navýší je dle možností smlouvy. [17]

## 4.2 Procesní struktura společnosti JOB AIR Technic a.s.

Následující algoritmus zjednodušeně zobrazuje posloupnost procesů počínajících od poptávky potencionálního zákazníka, až po uskutečnění projektu.



Obrázek 24 - Diagram procesní struktury projektu společnosti JOB AIR Technic [17]

V momentě, kdy zákazník souhlasí s tím, že si nechá nacenit službu poskytovanou společností JOB AIR Technic, pošle podklady nutné k nacenění. Tyto podklady obsahují data o letadle (typ, sériové číslo, stáří letounu atd.) a podklady o úkonech, které chce provést na letadle. Některé společnosti mají dodatečné požadavky například na IT služby, vybavení hangáru a podobné. [17]

Nejprve zahájí postup oddělení plánování, které do interní databáze zadá Tasky. Jedná se o Tasky všech typů, kromě typu 5 – FINDINGS. Inspekční Tasky mají předpokládanou dobu trvání danou výrobcem a také seznam materiálu, který je pro provedení Tasků nutný. Proto, je kalkulace v celku jednoduchá. U ostatních typů je nutno vycházet z manuálů výrobce a případně ze zkušenosti a statistických údajů. I tato čísla se dají snadno odhadovat, už kvůli tomu, že je přesně známa práce. Problém nastává s odhadem kalkulace Tasků typu 5. Tomu se však bude věnovat zbytek této práce. [17]

Dalším postupem je předání kalkulace obchodnímu oddělení, které cenu upraví dle zkušeností, přidá odhad na další náklady, případně nechá nacenit lakování letadla. Kompletní cenovou kalkulaci poté předává obchodní oddělení zákazníkovi, který ji schválí, případně proběhne licitace ohledně cen a služeb. V případě schválení zákazníkem a podepsání smluv, je vytvářena Interní objednávka. Ta zaštiťuje slot v hangáru, potřebný počet mechaniků a podobně. Dle podmínek zákazník pošle své díly podle kalkulace, nebo oddělení logistiky provede nákup položek. Oddělení plánování převede kalkulaci

na opravdové Job karty, ke kterým natiskne i manuály pro mechaniky. Následně se rozdělí karty na úseky a oddělení. [17]

Po přiletu letadla je nutné provést celní procedury. Po provedení těchto nutných úkonů následuje zahájení projektu – tedy práce na prvních kartách. Tzv. Incoming procedury (tažení do hangáru, mytí, odkrytování panelů). Poté už probíhají práce tak, jak je naplánováno, a to inspekcemi případně jinými úkoly, které si zákazník zadal. Kdykoliv nastane jakýkoliv problém – od zarezlé matky až po velkou korozi na nosníku, či podvozku musí mechanik vyvolat nález. K tomu se vydává Non routine card, což je speciální typ Job karty pro tasky typu FINDINGS. Pokud je to možné, postupuje mechanik dle manuálu, který mu dodá vedoucí zakázky, nebo počká na vyjádření oddělení Engineeringu. Toto oddělení řeší právě tyto závady. Náplní práce engineerů je i mimo jiné konzultace těchto nalezených závad s výrobcí Airbus a Boeing. [17]

Po proběhnutí zakázky následuje fakturace. Jakmile je obchodním oddělením vyhotoven Billing a je schválen zákazníkem proběhne proces Postování a je vyhotovena faktura. [17]

## 5 Metodika kalkulace cenové nabídky

Cenová nabídka je kalkulována na základě požadavků zákazníka, který zašle seznam prací, tzv. Workscope. Nacenění probíhá obvyklým způsobem – pomocí systému Quantum Control. Poté je ale nutné zohlednit o možnost, že zákazník bude požadovat určitý druh slevy. Tomu se věnuje následující podkapitola.

### 5.1 Systém Capů

CAP nám definuje na jakou maximální výnosnost je podíl na zisku omezen, čili jedná se o nucenou slevu z výdělku. V dnešní době zákazníci požadují Capy na jakékoliv zakázky, aby pro ně byla údržba co nejméně nákladná. Tato strategie je pochopitelná. Veškerá doba letadla strávená na zemi je pro leteckého provozovatele, nebo leasingovou společnost absolutně nerentabilní. Nehledě na to, že na letadle je prováděna údržba, která je také nákladná. [17]

Capy rozlišujeme dva pro materiál a dva pro odpracované hodiny (MHRs). V následující tabulce jsou uvedeny nejpoužívanější typy Capů:

Capy používané pro materiál	Capy používané pro MHRs
Per Task Card	Per Task Card
Per Line Item	Per Single Defect

Tabulka 1 - Používané Capy [17]

Cap typu Per Task Card udává slevu na materiálu za všechny nálezové karty vycházející z originální inspekční karty. [17]

Ukažme si takový modelový příklad. Z inspekční karty č. 235001 vznikly dvě nálezové karty. Aby se provedly opravy nálezů, musely se použít 3 položky za celkovou cenu 7000 USD. Dle smlouvy je nastaven Cap na 500 USD Per Task Card. Proto z celkové ceny za použitý materiál odečtu 500 USD a dostávám 6500 USD.

Číslo Inspekční karty	Číslo Nálezové karty	Cena za položku
235001	535001	1000
235001	535002	3000
235001	535002	3000
		Suma: 7000
		Suma po Capu: 6500

Tabulka 2 - Příklad Capu Per Task Card na materiál

Cap typu Per Single Defect se využívá pro MHRs. Tento typ Capu stanovuje hodnotu slevy z odpracovaných hodin z každé nálezové karty. Příkladem může být požadavek zákazníka na CAP 60 MHRs per Single Defect. [17]

Číslo Inspekční karty	Číslo Nálezové karty	Počet MHRs	Počet MHRS po aplikaci CAPu
235001	535001	10	0
235001	535002	60	10
		Suma: 70	Suma po Capu: 10

*Tabulka 3 - Příklad Capu Per Single Defect na MHRs*

Dalším typem Capu je Per Line Item, používaný pro materiál. Tento Cap je na rozdíl od Capu Per Single Defect méně výhodný pro údržbovou organizaci. Stanovuje totiž výši slevy nad každou položkou v nálezových kartách. [17]

V modelovém příkladu mějme opět inspekční kartu 235001, ze které vzešly dvě nálezové karty, kde je ovšem tentokrát trochu více spotřebovaného materiálu za různé ceny. Cap je dle smlouvy nastaven na 500 USD Per Line Item.

Číslo Inspekční karty	Číslo Nálezové karty	Cena za položku	Cena za položku po aplikaci Capu
235001	535001	1000	500
235001	535001	250	0
235001	535001	500	0
235001	535002	2000	1500
235001	535002	1500	1000
235001	535002	100	0
		Suma: 5350	Suma po Capu: 3000

*Tabulka 4 - Příklad Capu Per Line Item na materiál*

Rozdíl je jasně viditelný. Zákazník má slevu až 44 % na spotřebovaný materiál. Pokud bychom uvažovali předchozí příklad (použitý pro Per Task Card), zákazník by zaplatil z původních 7000 USD, pouze 6500 USD.

Posledním typem Capu je Per Task Card, který se používá pro hodiny odpracované na letadle (MHRs). V tomto případě se stanovuje hodnota slevy nad částkou za celkovou sumu odpracovaných hodin na každé nálezkové kartě vycházející ze stejné inspekční karty zvlášť. [17]

Vytvořme další modelový příklad. Použijme již známou inspekční kartu 235001, ze které vznikly dvě nálezkové karty. Smlouva definuje výši Capu na 50 MHRs Per Task Card.

Číslo karty	Inspekční	Číslo karty	Nálezové	MHRs	MHRs po aplikaci Capu
235001		535001		20	
235001		535001		10	
235001		535001		5	
				SUBTOTAL: 35	0
235001		535002		20	
235001		535002		20	
235001		535002		20	
				SUBTOTAL: 60	10
				Suma: 95	Suma po Capu: 10

*Tabulka 5 - Příklad Capu Per Task Card na MHRs*

Cena za opravu všech nálezů, které vznikly z inspekční karty je pouhých 100 USD. Sleva v tomto případě činí až 89,5 %.

## 6 Kalkulace cenové nabídky

Metodika kalkulování cenových nabídek pro revize a případně následné opravy letecký celků se odvíjí od požadavků zákazníka. Kalkulace základního balíku prací, jako jsou inspekce, service bulletiny, v podstatě jednotný kalkulační vzorec:

$$C_{celk} = C_M + C_H + C_S$$

*Rovnice 6 - Výpočet celkové ceny revize*

Přičemž,

$$C_M = \sum_{i=1}^n \left( N_{ji} + \sum_{j=1}^m N_{pij} \right) \times Q_i \times M$$

*Rovnice 7 - Výpočet ceny materiálu*

kde =  $N_{ji}$  = jednotkové náklady na použitou položku

$N_{pi}$  = Jednotkové vedlejší pořizovací náklady na použitou položku

$Q_i$  = počet použitých položek

$M$  = marže

$n$  = počet řádkových položek

$m$  = počet vedlejších pořizovacích nákladů řádkové položky

A

$$C_H = C_{H_{NDT}} \times \sum_{h=1}^l Q_h + C_{H_{MECH}} \times \sum_{k=1}^p Q_k + C_{H_{ENG}} \times \sum_{i=1}^m Q_i$$

*Rovnice 8 - Výpočet ceny MHRs*

Kde

$C_{H_{NDT}}$  = cena za hodinu NDT služeb

$Q_h$  = hodina NDT služeb

$l$  = počet hodin NDT

$C_{H_{MECH}}$  = cena za hodinu služeb mechanika

$Q_k$  = hodina služeb mechanika

$p$  = počet hodin mechanika

$i$  = počet hodin engineera

$Q_i$  = hodina služeb engineera

$C_{H_{ENG}}$  = cena za hodinu služeb engineera

a



$$C_S = \sum_{i=1}^q N_{j_{ci}} \times M$$

Rovnice 9 - Výpočet ceny služeb

Kde

$N_{j_{ci}}$  = jednotková cena za službu

$q$  = počet služeb

$M$  = marže

Toto je ovšem ideální případ, který nepředpokládá náklady na nálezy. Jak bylo evidentní z kapitoly 5.1, díky Capům by údržba nemohla být zisková, protože slevy přesahují obvyklou marži, která rozhodně nečiní 40 % a více. Obvyklá praxe je přidat do ceny základního balíku služeb i odhadovanou cenu za opravy nálezu:

$$C_M = \left( \sum_{i=1}^n \left( N_{j_i} + \sum_{j=1}^m N_{p_{ij}} \right) \times Q_i \times M \right) \times O_{NM}$$

Rovnice 10 - Výpočet ceny materiálu při zahrnutí odhadu na nálezy

$$C_H = \left( C_{H_{NDT}} \times \sum_{h=1}^l Q_h + C_{H_{MECH}} \times \sum_{k=1}^p Q_k + C_{H_{ENG}} \times \sum_{i=1}^m Q_i \right) \times O_{NH}$$

Rovnice 11 - Výpočet ceny MHRs při zahrnutí odhadu na nálezy

Kde  $O_N$  je přidávaný koeficient na nálezy, který vychází ze statistických údajů.

Ovšem predikce nálezu je velmi složitá. Může vycházet pouze ze dvou zdrojů:

- Člověk s mnoha letou zkušeností v oblasti letecké údržby a provozu
- Statistika

Ideální je samozřejmě kombinace obou zdrojů. Každopádně pomocí statistických nástrojů je možné určit z historických dat cenu za použitý materiál a za čas strávený na opravách nálezu zakázky a efektivněji nevyšít cenu nabídky, tak aby se eliminovala možnost ztrátovosti, ale zároveň tak, aby nabídka byla stále lukrativní. [17]

## 7 Tvorba databáze pro účely cenové kalkulace

Aby bylo možné vytvářet statistické údaje, je nutné nejdříve vytvořit databázi, ze které pak bude možné vycházet. Databáze obsahuje data zaznamenaná při práci na projektech ve společnosti JOB AIR Technic. Z důvodu nešíření soukromých dat společnosti JOB AIR Technic jsou veškerá číselná data vynásobena zkrslujícím koeficientem.

### 7.1 Prostředí programu SAP Crystal Reports

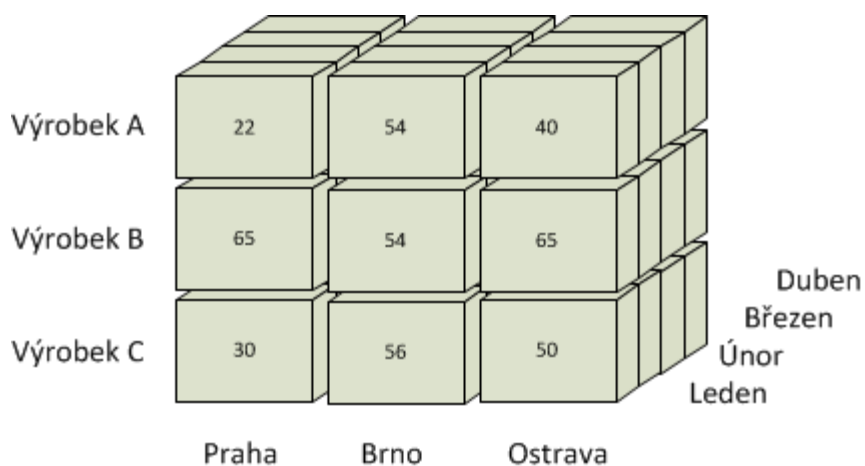
Crystal report je analytický software využívaný pro účely tzv. Business Intelligence. Za pomocí programu Crystal Reports je možné získat data z databází, propojit tabulky a upravit výstupní data dle předepsaného formátu. Při znalosti struktury databáze daného systému je pak snadné získávat kýžená data. Další nutnou podmínkou pro možnost práce s programem Crystal Report je znalost programového jazyka Crystal Report, nebo Basic a znalost dotazovacího jazyka SQL.

The screenshot displays the SAP Crystal Reports interface. The main report area shows an 'NRC Mhrs Preview' for 'Jobair'. The report is filtered by 'System Close Date From: 6.11.2017 To: 13.11.2017'. The report is organized into a table with columns for NRC Item, System Close Date, NRC Description, NRC Mhrs, and Customer's Approval. The table lists several items, including engine issues (e.g., 'RUN ENGINE CMA P YLDN OUTER AND INNER SEAL WORN OUT OF LIMIT') and airframe issues (e.g., 'DAMAGED UPPER SEAL OF EXCHANGER - PRECOOLER ON LIN ENGINE'). The report also includes a summary section at the bottom with a total of 19.00 hours.

NRC Item	System Close Date	NRC Description	NRC Mhrs	Customer's Approval
510002	7.11.2017	RUN ENGINE CMA P YLDN OUTER AND INNER SEAL WORN OUT OF LIMIT. AMM 78-11-11210-043 rev. 49 AUG 01/2017	Mechanics: 22.00 N/A: 0.00 Engineering: 0.00 Total: 22.00	Date: Signature:
510009	8.11.2017	DAMAGED UPPER SEAL OF EXCHANGER - PRECOOLER ON LIN ENGINE. AIPC 35-11-05 rev. 49 AUG 01/2017	Mechanics: 1.75 N/A: 0.00 Engineering: 0.00 Total: 1.75	Date: Signature:
510022	12.11.2017	RUN ENGINE FWD END MOUNT PARTS WERE FOUND WORN. AMM 71-21-11-210-003 rev. 49 AUG 01/2017	Mechanics: 0.75 N/A: 0.00 Engineering: 0.00 Total: 0.75	Date: Signature:
520010	9.11.2017	MATERIAL WILL BE REQUIRED TO PERFORM TASK. Tag. No. 453081. AIPC 32-01-03 rev. 49 AUG 01/2017	Mechanics: 0.00 N/A: 0.00 Engineering: 0.00 Total: 0.00	Date: Signature:
530007	7.11.2017	SEAT BELTS HAS BAD CONDITION. PLEASE REPLACE	Mechanics: 3.00 N/A: 0.00 Engineering: 0.00 Total: 3.00	Date: Signature:
530009	7.11.2017	WERE FOUND CORRODED TIEDOWN POINTS IN AFT C/C	Mechanics: 74.00 N/A: 0.00 Engineering: 0.00 Total: 74.00	Date: Signature:
530020	7.11.2017	DAMAGED PARTS OF DOOR FRAME LINING	Mechanics: 1.25 N/A: 0.00 Engineering: 0.00 Total: 1.25	Date: Signature:
530024	7.11.2017	WAS FOUND MISSING AND DAMAGED PARTS IN COCKPIT	Mechanics: 19.00 N/A: 0.00 Engineering: 0.00 Total: 19.00	Date: Signature:

Obrázek 25 - Prostředí programu SAP Crystal Report [17]

Program Crystal Reports využívá databázové technologie pro ukládání dat OLAP – Online Analytical Processing. Data jsou při použití této technologie snadno dostupná a lépe zpracovatelná.



Obrázek 26 - OLAP kostka [18]

Pro vytvoření reportu v programu Crystal Reports je tedy zjednodušeně následující postup:

1. Napojení databáze se vstupními daty
2. Výběr tabulek
3. Propojení tabulek
4. Nastavení vstupních podmínek
5. Výběr dat
6. Úprava dat

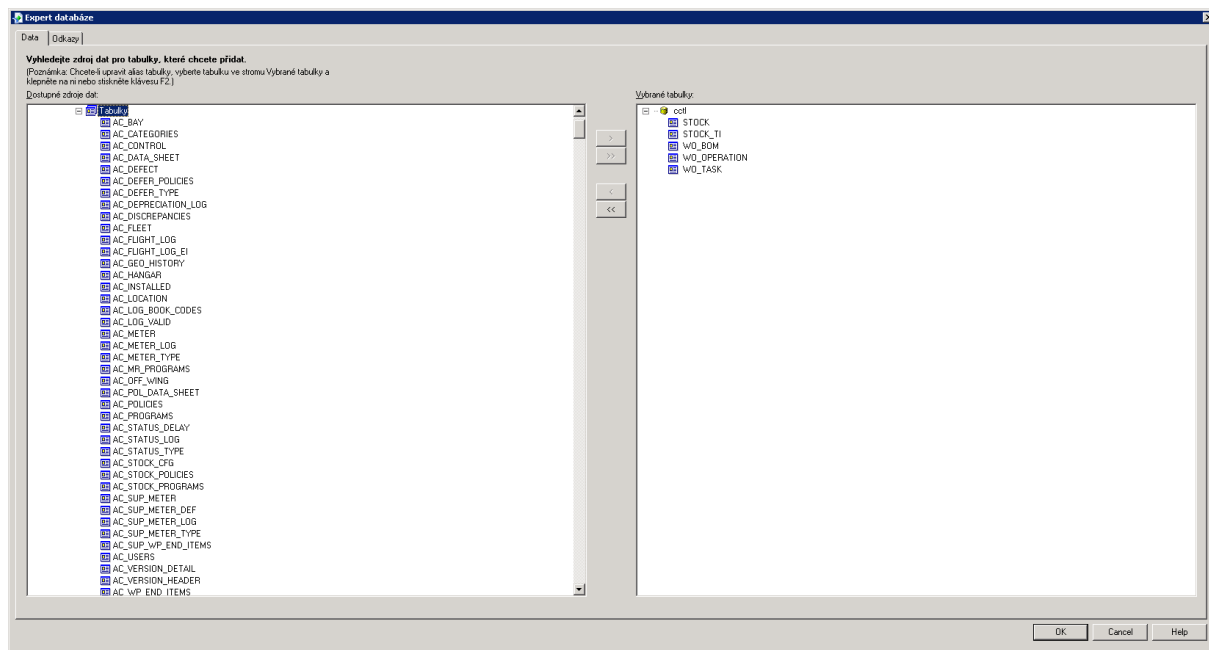
Pod pojmem úprava dat si můžeme představit řazení, seskupování, vkládání výpočetních vzorců atd.

## 7.2 Vytvoření databáze

Vytvoření nové databáze se skládá z šesti kroků, které jsou popsány v předchozí kapitole.

### 7.2.1 Napojení databáze se vstupními daty

Jako první musíme zvolit vstup databáze. Již v této fázi je nám známo, že informace plynoucí z databáze ohledně hodin a ohledně materiálu jsou rozdílně zpracované. Budeme proto muset vytvořit dva databázové vstupy, které se pak vzájemně propojí a vytvoří se tak jedna velká databáze obsahující veškeré informace. Principiálně vytvoříme z dvou OLAP kostek jednu velkou. Pomocí programu SAP Crystal Repors tedy napojíme tabulky ze zdrojové databáze programu Quantum Control, který využívá společnost JOB AIR Technic.



Obrázek 27 - Výběr datových tabulek v programu SAP Crystal Report

Vytvoříme tedy dva specifické datové listy, které nazveme:

- Databáze MHRs
- Databáze Material

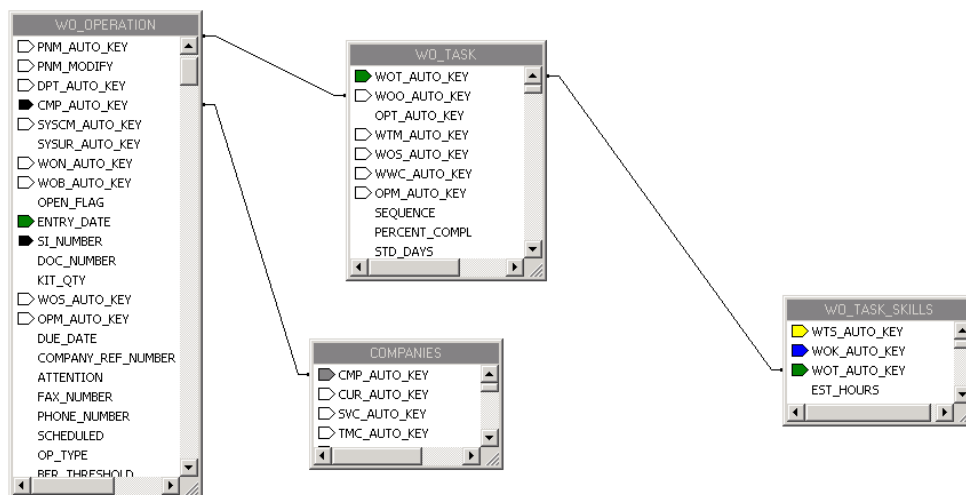
Tyto dva datové listy budou sloužit jako zdrojová data pro hlavní výpočetní databázi.

### 7.2.2 Výběr tabulek a logické propojení tabulek

Pro výběr tabulek je podstatné znát cíl (jakých dat chceme dosáhnout) a také logické uspořádání tabulek. Je totiž velký rozdíl, zda zkoumáme na kolika letadlech se namontoval konkrétní PN nebo naopak, jaké PN se namontovali na konkrétním letadle.

Pro datový list – Databáze MHRs použijeme následující tabulky:

- WO\_OPERATION = data o souborech prací, projektech a letadle
- WO\_TASK = data o pracovních kartách
- WO\_TASK\_SKILL = data o počtu odhadovaných, nebo normovaných MHRs na pracovních kartách
- COMPANIES = přesná data o zákazníkovi

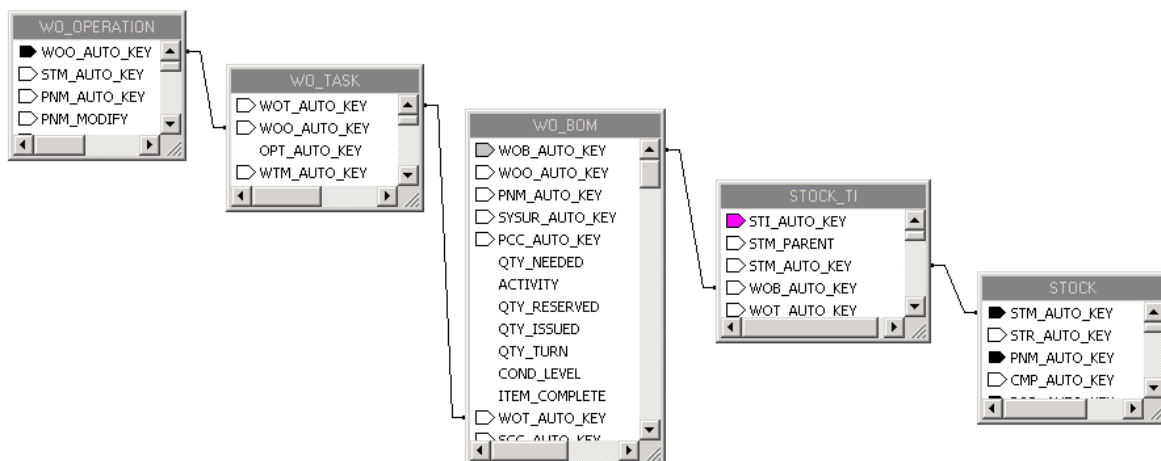


Obrázek 28 - Propojení tabulek v systému SAP Crystal Report

Tabulky jsou následně propojeny pomocí unikátních databázových klíčů, tzv. Auto Keys, které se generují samy. Jako výchozí tabulku volíme WO\_OPERATION, protože při analýze celého projektu musíme zkoumat celkové soubory prací. Každému Work Packu je automaticky přiřazen WOO\_AUTO\_KEY, což je unikátní číselná kombinace, díky níž můžeme snadno přiřazovat konkrétní práce. Právě tabulka konkrétních prací obsahuje sloupeček WOO\_AUTO\_KEY a tím pádem všechny provedené práce na jednom WP mají stejné WOO\_AUTO\_KEY. Naopak každá práce má svůj vlastní unikátní kód WOT\_AUTO\_KEY díky němuž lze identifikovat každý úkon provedený na konkrétním letadle. Pomocí tohoto klíče je připojena tabulka WO\_TASK\_SKILLS obsahující záznamy o odhadu časových nákladů na provedení práce, případně znormované časové náklady na provedení práce. Poslední napojenou tabulkou je tabulka COMPANIES obsahující data o zákazníkovi. Tato tabulka je napojena na výchozí tabulku pomocí klíče CMP\_AUTO\_KEY.

Datový list – Databáze Material obsahuje tyto tabulky:

- WO\_OPERATION = data o souborech prací, projektech a letadle
- WO\_TASK = data o pracovních kartách
- WO\_BOM = veškerá data o materiálu na pracovních kartách
- STOCK\_TI = záznamy o pohybu materiálu vzhledem k WP
- STOCK = veškerá data o naskladněném materiálu



Obrázek 29 -Propojení tabulek v systému SAP Crystal Report

Opět vycházíme z výchozí tabulky WO\_OPERATION a využijeme i WO\_TASK. Na WO\_TASK je napojena tabulka obsahující data o materiálu, který je požadován, zarezervován, již vydán, nebo sundán z letadla – WO\_BOM. Každá položka na tomto soupisu materiálu má opět unikátní hodnotu WOB\_AUTO\_KEY. Pomocí této hodnoty se napojujeme do tabulky STOCK\_TI, kde zjistíme pohyby tohoto materiálu vůči letadlům. Poslední tabulka je STOCK, která je připojena na STOCK\_TI pomocí STM\_AUTO\_KEY, což je unikátní číslo skladové položky.

### 7.2.3 Nastavení vstupních podmínek

Databáze společnosti JOB AIR Technic. je v provozu již od roku 2008 a za tu dobu má nasbírané velké množství dat. Proto by nebylo moudré nenastavit omezující podmínky, neboť by to do jisté míry mohlo nepříznivě ovlivnit výpočetní kapacitu serverů a tím pádem omezit ostatní uživatele. Dalším důvodem, proč nastavit omezující podmínky je, že 10 let databáze je opravdu dlouhá doba a během této doby se mnohé změnilo. Mimo jiné byla i společnost JOB AIR Technic v jisté chvíli v insolvenčním řízení, což jistě ovlivnilo firemní procesy a samotný proces údržby, a to by nám mohlo zkreslovat data. Proto je vhodné nastavit podmínky na posledních několik let, kdy je chod společnosti stabilní.

Proto první omezující podmínka bude datumová, a to že v potaz bereme pouze data od roku 2014:

```
{WO_OPERATION.ENTRY_DATE}>=Date(2014,01,01)
```

Druhá omezující podmínka se týká typu prací. Tabulka WO\_OPERATION totiž odkazuje nejen na Work Pack, což je jak již víme soubor prací na konkrétním letadle, ale také na Work Ordery, což jsou dílenské práce na komponentech. Tyto WO by nám mohly opět zkreslovat data. Proto použijeme podmínku:

*{WO\_OPERATION.WO\_TYPE}='Work Package'*

Podmínky propojíme vazbou logickou „AND“, což zajišťuje že musí platit obě podmínky naráz.

Třetí omezující podmínka se týká typu letounu. Tato práce se zabývá pouze třemi typy letounů – B737CL, B737NG, A32F. Společnost JOB AIR Technic má také oprávnění na údržbu letounů Let L410 a Saab 340. Ty pro naši analýzu nejsou zajímavé. Navíc JOB AIR Technic poskytuje společnosti International Aerospace Coatings služby zvané Podpora laku. Tím pádem JOB AIR Technic zahrnuje do svých prací i jiná letadla jako je například Embraer, Bombardier atd. která procházejí společností IAC. To jsou opět nedůležité zakázky.

Protože mezi těmito třemi podmínkami naráz musí být logická vazba „OR“ dáme je do závorky:

*{(WO\_OPERATION.MODEL)="Airbus A32F"*  
*or*  
*{WO\_OPERATION.MODEL)="Boeing 737NG"*  
*or*  
*{WO\_OPERATION.MODEL)="Boeing 737CL")*

Čtvrtou a poslední omezující podmínkou je uvedené číslo Interní objednávky – Internal Order. Firemní postup v tomto ohledu je popsán v kapitole 4.2. Interní objednávka je vytvořena zástupcem obchodního oddělení při dohodnutí příletu letadla. Obchodník tedy musí vyplnit číslo této objednávky do tabulky WO\_OPERATION což je pro všechny znamení, že se zakázka uskuteční nebo uskutečnila. Prázdné políčko, nebo vyplněné jiným číslem, než je oficiální číslo IO je znamení, že se jedná například pouze o kalkulaci.

Protože databázové pole pro vyplnění Interní objednávky je definované jako řetězec (String) můžeme využít funkci Left, která selektuje pouze určité znaky. Pro nás postačí, aby první dva znaky obsahovaly „IO“.

*Left({WO\_OPERATION.COMPANY\_REF\_NUMBER},2)='IO'*

Všechny tyto podmínky aplikujeme buďto pro oba datové listy, nebo pouze pro jeden datový list, přičemž si při následném spojování musíme zajistit, aby právě ten s úplnými podmínkami byl výchozím.

### 7.2.4 Výběr dat

Nyní se dostáváme k výběru dat, která budeme upravovat a později analyzovat. Opět tedy pro každý datový list budeme vybírat data.

Pro datový list Databáze MHRs vybereme následující data:

- SI\_NUMBER = oficiální číslo WP
- TAIL\_NUMBER = Registrační číslo letadla, pro možnost snazší identifikace
- COMPANY\_NAME = Jméno společnosti zákazníka
- AC\_DEPARTURE\_DATE = Datum odletu pro možnost dopočítání stáří letadla v době revize
- DESCRIPTION = popis prací
- COMPANY\_REF\_NUMBER = číslo Interní objednávky
- WOO\_AUTO\_KEY = identifikační číslo WP pro pozdější napojení na druhý datový list
- ESTIMATE\_HOURS = odhadované hodiny na práci na Tasku
- SEQUENCE = číslo identifikující typ tasku

Pro datový list Databáze Material vybereme tato data:

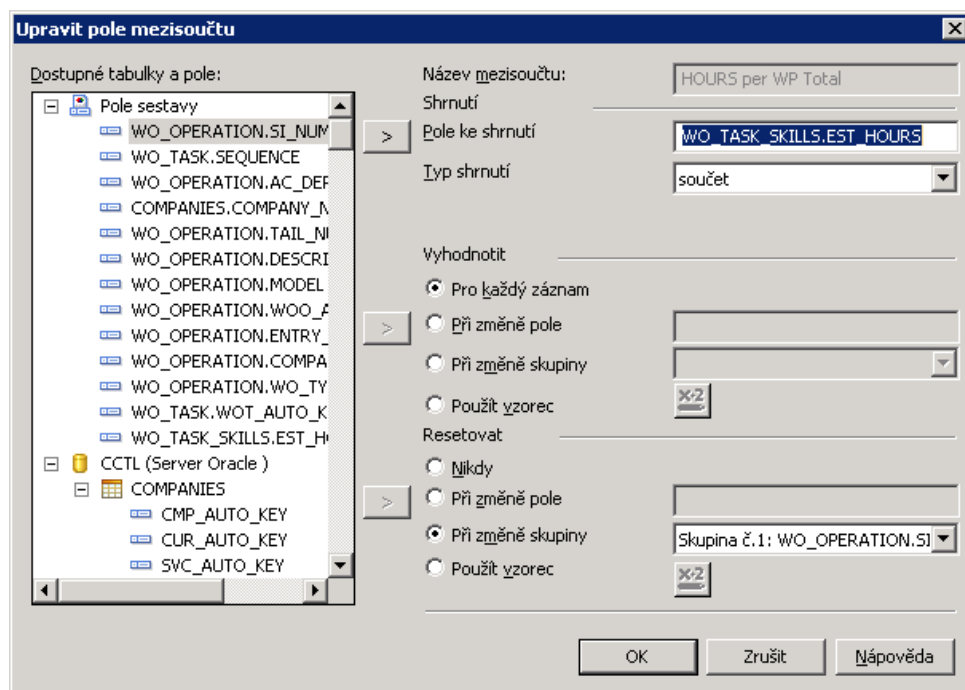
- SI\_NUMBER = oficiální číslo WP
- SEQUENCE = číslo identifikující typ tasku
- WOO\_AUTO\_KEY = identifikační číslo WP pro pozdější napojení na první datový list
- UNIT\_FREIGHT\_COST = jednotkové vedlejší pořizovací náklady na skladovou položku
- UNIT\_COST = jednotkové náklady na skladovou položku
- QTY = počet vydaných skladových položek ze skladu pro údržbu

### 7.2.5 Úprava dat na datovém listu – Databáze MHRs

Nejprve musíme provést seskupení dat. Primárně budeme seskupovat data podle Work Packu. K tomu využijeme WOO\_AUTO\_KEY, protože je to univerzální klíč každého Work Packu a budeme tak mít jistotu, že se nám nemohou překrývat data. Sekundární seskupení provedeme pomocí čísel Job Cards a to pomocí WOT\_AUTO\_KEY.

Dále na tomto datovém listu budeme provádět tzv. mezisoučty. Tak je označeno podmíněné sčítání v prostředí programu SAP Crystal Report. První mezisoučet bude pro celkově odpracované hodiny v rámci celého balíku.





Obrázek 30 - Nastavení mezisoučtu v systému SAP Crystal Report

Mezisoučet nazveme HOURS per WP Total. Shrnujeme tabulku ESTIMATE\_HOURS. Suma se resetuje vždy, když se změní Work Pack. Podobně postupujeme i při vytváření dalších dvou Mezisoučtů – HOURS per BASIC, HOURS per FINDINGS. To jsou odhadované hodiny na provedení MPD tasků, vycházející ze základního balíku, který si zákazník objednal. Druhý mezisoučet jsou hodiny, které normuje zkušený zaměstnanec společnosti vzhledem k množství reálně odpracovaných hodin a náročnosti tasku. U těchto dvou mezisoučtů je jeden rozdíl, a to, že se musí specifikovat typ karet, které do těchto mezisoučtů zahrneme. Posledním mezisoučtem na tomto datovém listu je Number of BASIC Tasks. Tento mezisoučet počítá množství karet základního balíku, aby bylo možné posoudit velikost a náročnost balíku prací. Později při získávání statistických údajů se nám tato hodnota bude hodit.

#### 7.2.6 Úprava dat na datovém listu – Databáze Material

Podobně jako u datového listu Databáze MHRs, budeme i zde vytvářet mezisoučty. Nejprve ale musíme provést výpočty pro jednotlivé položky, které byly použity při pracích na letadle. Musíme vypočítat reálné náklady na jednotlivé položky, tedy sečíst jednotkové náklady a jednotkové vedlejší pořizovací náklady a vynásobit je počtem použitých kusů. Tento výpočet budeme sčítat pomocí mezisoučtů stejně jako v předchozím datovém listu, tj. Celkové náklady, Náklady na základní balík prací a náklady na nálezové práce.

### 7.2.7 Spojení datových listů a dodatečné úpravy

Vzhledem k tomu, že v systému nejsou obsažena veškerá data, která jsou nutná pro dokončení této databáze a vyhodnocení této práce, bude nutné data exportovat do Excelového formátu a data tam doplnit, případně irelevantní data vymazat. Nejprve je ale nutné propojit již vytvořené datové listy. Opět použijeme program SAP Crystal Report a propojíme datové listy pomocí WOO\_AUTO\_KEY. Tak se nám spojí data týkající se spotřebovaného materiálu a odpracovaných hodin na konkrétním Work Packu dohromady. Včetně dodatečných informací, jako je zákazník, datum odletu letadla, jaké práce byly provedeny atd.

Jedna z věcí, kterou je nutno doplnit je stáří letadla. Tato informace není v systému společnosti JOB AIR Technic. vedena. K tomuto využijeme jako zdroj informací webovou stránku [planespotters.com](http://planespotters.com) a znalost imatrikulační značky jednotlivých letadel. Dále je nutné doplnit i typ provozovatele, který zjistíme z povahy nabízených služeb.

V neposlední řadě je potřeba pro účely tvorby nabídky zjistit poměr odpracovaných hodin a náklady na materiál mezi základním balíkem a nálezovými kartami. Tento poměr nám prozradí o kolik navýšit cenu základního balíku při kalkulaci nové zakázky. Data budeme filtrovat podle jednotlivých provozních parametrů. Pro zvýšení objektivity budeme získávat tyto poměrové koeficienty nikoliv průměrem, ale váženým průměrem. Přičemž váha bude právě velikost základního balíku (tedy množství tasků základního balíku).

## 8 Vyhodnocení získaných dat

Celkem bylo do této analýzy zahrnuto 136 Work Packů z celkového počtu 101 zakázek. Work Packy byly vyhodnocovány dle zvolených provozních parametrů, tj. Stáří, Typu letounu a typu provozovatele. Hlavním ukazatelem, který je potřebný k přesnější tvorbě cenových nabídek je poměr nákladů na realizaci nálezových karet a nákladů na realizaci inspekčních karet. Druhotným ukazatelem je rozsah prováděných prací na letadle, tedy množství inspekčních karet, které si zákazník objednal. Tento druhotný ukazatel byl využit ke vztažení vah váženého průměru. Průměroval se hlavní ukazatel. Tento výsledný průměr se poté stane součástí navyšujícího koeficientu, sloužícího k zpřesnění tvorby cenových nabídek.

Předem této kapitoly je nutné zmínit, že vzhledem k zachování firemního a obchodního tajemství, byly veškeré hodnoty upraveny zkreslujícím koeficientem.

### 8.1 Metodika výpočtu doporučujících koeficientů

Definujme si tedy celkové náklady na materiál na realizaci základního balíku prací jako  $N_{MBP}$  a náklady na materiál na realizaci oprav nálezů jako  $N_{MNRC}$ . Pak tento poměr bude vypočítán jako:

$$k_{m_i} = \frac{N_{MNRC}}{N_{MBP}}$$

*Rovnice 12 - Poměr nákladů na materiál na realizaci nálezových karet vůči kartám základního balíku*

Vzhledem k tomu, že tento poměr (pro materiál) bude vypočítán pro celou množinu projektů, je označen indexem  $i$ . Stejným principem získáme poměry pro MHRs:

$$k_{h_i} = \frac{N_{HNRc}}{N_{HBP}}$$

*Rovnice 13 - Poměr MHRs odpracovaných na realizaci nálezových karet vůči kartám základního balíku*

Pomocí váženého průměru získáme koeficienty pro materiál a pro MHRs v daných kategoriích. Jako váha pro průměr je množství karet základního balíku (tedy rozsah projektu)  $T_i$ .

$$k_m = \frac{\sum_{i=1}^n k_{m_i} \cdot T_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad \text{pro } i = 1 \dots n$$

*Rovnice 14 - Koeficient pro úpravu ceny materiálu*

Stejným způsobem jsou získány koeficienty i pro odpracované hodiny MHRs.

$$k_h = \frac{\sum_{i=1}^m k_{h_i} \cdot T_i}{\sum_{i=1}^m T_i} \text{ pro } i = 1 \dots m$$

Rovnice 15 - Koeficient pro úpravu množství MHRs

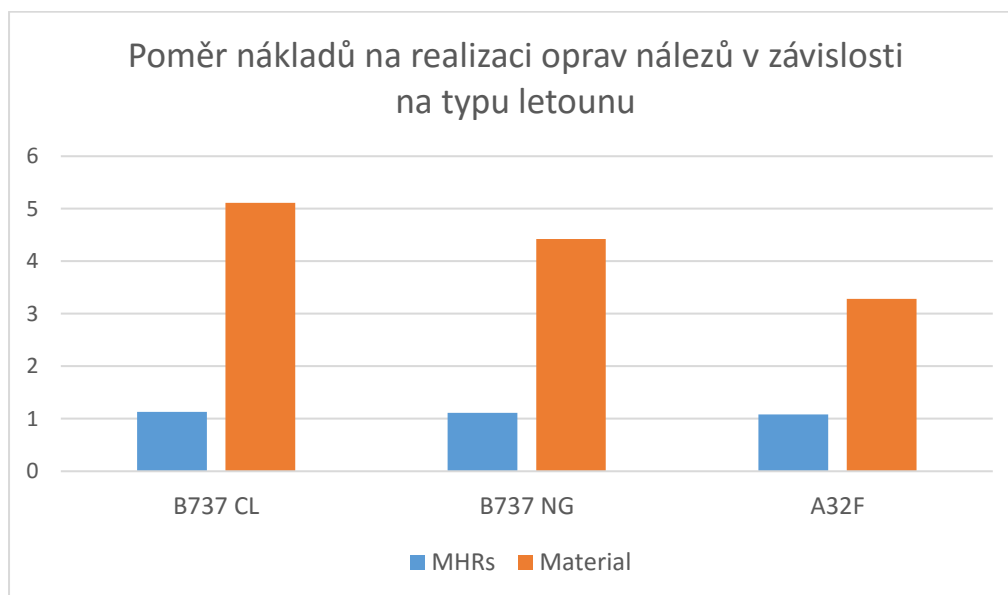
## 8.2 Typ letounu

Do této analýzy byly zahrnuty pouze letouny typu Airbus 32F, Boeing 737 CL, Boeing 737 NG. Vzhledem k tomu, že množství zakázek na A32F převažuje, koeficienty budou pro tento typ letounu přesnější.

Typ Letounu	MHRs	Material
B737 CL	1,13	5,115
B737 NG	1,11	4,425
A32F	1,08	3,285

Tabulka 6 - Koeficienty pro provozní parametr Typ letounu

Pokud se vrátíme k teorii v kapitole 3.1 můžeme zjistit, že náklady na opravy Airbusu mohou být obecně levnější díky novější konstrukci a snazšímu testování. Toto tvrzení můžeme po analýze potvrdit.



Graf 1 - Poměr nákladů na realizaci oprav nálezů v závislosti na typu letounu

### 8.3 Typ provozovatele

Původním záměrem této práce bylo vyspecifikovat dva základní typy provozovatele – klasičtí a nízkonákladoví. Ovšem při bližším zkoumání databáze bylo zjištěno, že při typu údržby zvaném Redelivery ve většině případů není zaznamenáno, od koho se letoun předává. Tudíž není znám operátor a nejde tedy jednoznačně rozlišit, do které ze dvou zvolených kategorií toto letadlo spadá. Bylo tedy nutné rozšířit tyto kategorie ze dvou na šest:

- Klasičtí dopravci (Legacy)
- Nízkonákladoví dopravci (Low Cost)
- Podpora laku (Paint Support)
- Leasingová společnost (Lessor)
- Soukromý provozovatel (Private Operator)
- Outsourcing (předání práce od jiné údržbové organizace)

Výsledky byly následující:

Typ Provozovatele	MHRs	Material
Legacy	1,09	4,68
Low Cost	1,01	4,755
Paint Support	1,09	4,68
Lessor	1,1	4,7325
Private Operator	0,9	2,49
Outsourcing	0	0

*Tabulka 7 - Koefficienty pro provozní parametr Typ provozovatele*

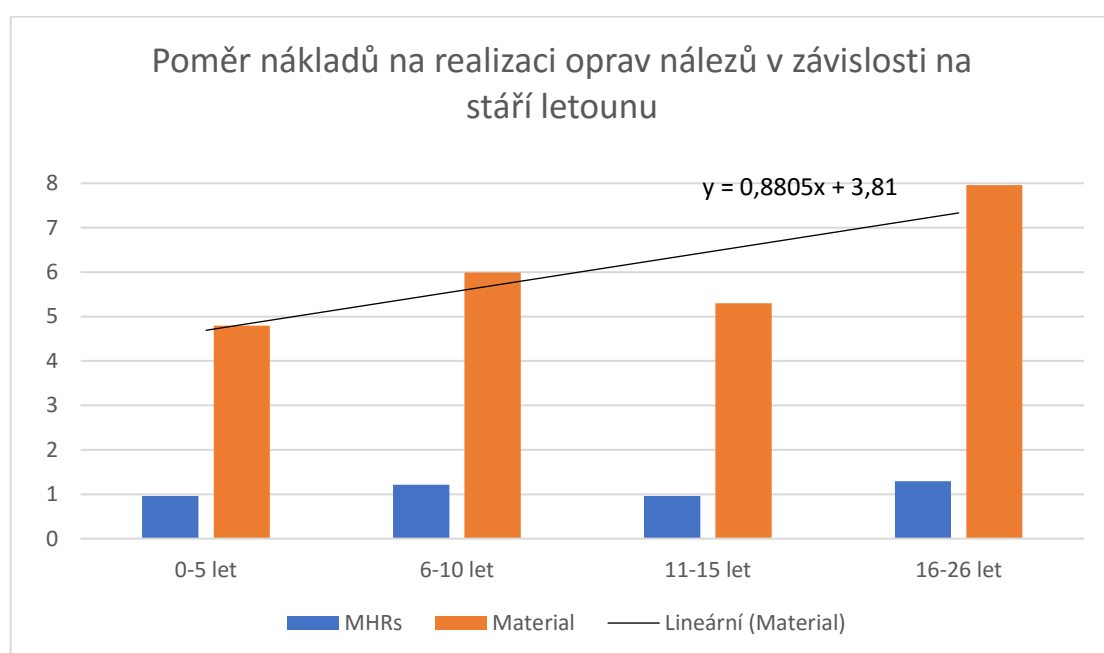
Rozdíl mezi klasickými a nízkonákladovými provozovateli je téměř neznamenný. A dalo by se říci, že všechny hodnoty jsou téměř vyrovnané. Je tedy vysoce pravděpodobné, že v dnešní době již typ provozovatele (objednavatele údržby) nemá na množství nálezů téměř žádný vliv.

## 8.4 Stáří letounu

Při vyhodnocování množství nálezů v závislosti na stáří letounu bylo rozděleno stáří letounu do čtyř tříd: 0-5, 6-10, 11-15, 16-26.

Stáří	MHRs	Material
0-5 let	0,96	4,7925
6-10	1,21	5,9925
11-15	0,96	5,3025
16-26	1,29	7,9575

Tabulka 8 - Koeficienty pro parametr Stáří letounu



Graf 2 - Poměr nákladů na realizaci oprav nálezů v závislosti na stáří letounu

Dle teorie by měl trend hodnot kopírovat tvar vanové křivky. V tomto případě je trend spíše lineární, rostoucí. Výjimka je v třídě 11-15 let. Vlivů na toto vybočení může být hned několik. Například může být v této třídě zahrnuto více balíků s typem práce – Paint Support, kde vzniká méně nálezů. Dalším důvodem může být poměrově větší zastoupení balíků prací pro Airbus, který má, jak jsme již dokázali menší množství nálezů než letouny Boeing. Případně provozovatelé takto starých letounů byly šetrní a letouny obecně mají méně nálezů.

## 9 Návrh kalkulační metodiky

Nová metodika kalkulace cenové nabídky je založena na třech vstupech – původní kalkulační vzorec, databáze, statistické údaje z databáze. Pomocí systému SAP Crystal Report byl vytvořen interaktivní databázový soubor, který reaguje na nastavení filtrů, které zvolí plánovač, nebo obchodník.

Databázový soubor je napojen na finální verzi databáze, ze které byly zpracovávány statistické údaje. Bylo nutné vytvořit 5 Polí parametrů, které definují filtr souboru:

- Pole Parametru Model. Toto pole sbírá veškeré hodnoty ze sloupce AC\_MODEL, ve kterém jsou tři typy letadel. Toto pole je povinné a uživatel musí vybrat jedno kritérium.
- Pole Parametru Type of Customer. Toto pole sbírá hodnoty ze sloupce TYPE\_OF\_CUSTOMER. Toto pole je povinné a uživatel musí vybrat jedno kritérium.
- Pole Parametru Age range. Pokud bychom porovnávaly přesné stáří (zaokrouhlené na roky) nemuseli bychom často dosáhnout dostatečného množství vyhledávaných výsledků. Proto byl zvolen rozsah let. Tento parametr je povinný a uživatel vybírá ze 4 nabízených hodnot. Protože je v databázi stáří letounu definované jako číslo a rozsah je definován jako typ proměnné String, musíme použít pomocný vzorec, který je popsán níže.
- Pole parametrů Quoted price for Material a Quoted price for MHRs. Tato dvě pole jsou téměř totožná. Nejsou povinná, ale když je uživatel využije a zapíše do nich hodnotu naceněného základního balíku pro materiál a hodiny v českých korunách, dostane pomocí níže uvedeného vzorce doporučenou hodnotu, kterou by měl celkový projekt nacenit.

Upravit parametr: Age range

Upravit parametr a seznam hodnot.

Název: Age range      Typ: Řetězec      Seznam hodnot: Statický

Pole hodnoty: (Žádný)      Pole popisu: (Žádný)

Hodnota	Popis
0-5	
6-10	
11-15	
16-22	
Klepnutím sem přidejte položku	

Možnosti hodnoty:

Možnost	Nastavení
Zobrazit na panelu (prohlížeče)	Upravitelný
Text výzvy	Zadat Age range:
Pouze výzva s popisem	False
Nepovinná výzva	False
Výchozí hodnota	

OK      Storno      Nápověda

Obrázek 31 - Nastavení pole parametrů v systému SAP Crystal Report

Nyní je nutno nadefinovat vstupní podmínky reportu. Jelikož veškeré nutné podmínky již byly nadefinovány ještě před vytvořením tohoto databázového souboru, pracuje tento report s čistými daty. Je tedy pouze nutné vynutit, aby Pole parametrů (filtry) byly aplikovány na správná datová pole. Máme tedy tři podmínky:

- První podmínka vynucuje Pole parametrů Model, aby filtrovalo pomocí sloupce *AC\_MODEL: {DATABASE\_.AC MODEL}={?Model}*
- Druhá podmínka vynucuje Pole parametrů Type of Customer, aby filtrovalo pomocí sloupce *TYPE\_OF\_CUSTOMER: {DATABASE\_.TYPE OF CUSTOMER}={?Type of customer}*
- Poslední podmínka vynucuje Pole parametrů Age Range, aby filtrovalo pomocí pomocného vzorce Age Range: *{?Age range}={@Age Range}*

Vazby mezi všemi podmínkami jsou typu AND.

Nakonec je nutné vytvořit pomocné vzorce, do kterých vložíme koeficienty, které budou zprůměrovány na základě filtrování:

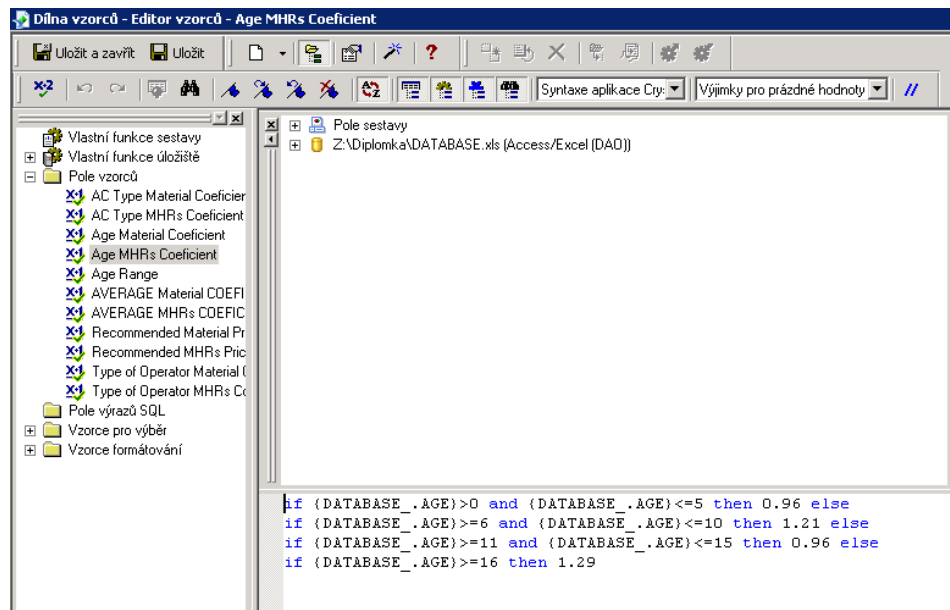
- Již několikrát výše zmíněný výše zmíněný pomocný vzorec Age Range, který kooperuje jak s hodnotami sloupce AGE, tak s Polem parametrů:  
*if {DATABASE\_.AGE}>0 and {DATABASE\_.AGE}<=5 then '0-5' else  
     if {DATABASE\_.AGE}>=6 and {DATABASE\_.AGE}<=10 then '6-10' else  
     if {DATABASE\_.AGE}>=11 and {DATABASE\_.AGE}<=15 then '11-15' else  
     if {DATABASE\_.AGE}>=16 then '16-22'*
- Pro koeficienty bylo vytvořeno 6 vzorců – 3 pro MHRs a 3 pro Materiál. Smozřejmě podle 3 provozních parametrů. Do těchto vzorců byly zakomponovány statisticky získané koeficienty. Jako příklady můžeme uvést: vzorec zvaný AC Type Material Coeficient:

*if {DATABASE\_.AC MODEL}='Boeing 737CL' then 5.12 else  
 if {DATABASE\_.AC MODEL}='Boeing 737NG' then 4.43 else  
 if {DATABASE\_.AC MODEL}='Airbus A32F' then 3.29*

*a stejně tak pro MHRS – AC Type MHRS Coeficient:*

*if {DATABASE\_.AC MODEL}='Boeing 737CL' then 1.13 else  
 if {DATABASE\_.AC MODEL}='Boeing 737NG' then 1.11 else  
 if {DATABASE\_.AC MODEL}='Airbus A32F' then 1.08.*





Obrázek 32 - Editace vzorců v systému SAP Crystal Report

- Další dva vzorce jsou využity pro zprůměrování získaných koeficientů do jediného čísla. Aby byl výsledný koeficient nejpřesnější, bylo využito váženého průměru. Váhy byly přidělovány podle toho, jak přesně kolidují výsledky s teorií a také dle míry vlivu na celkový proces údržby. Tudiž Váha 3 byla přidělena proměnné – Typ letounu. Váha 2 byla přidělena proměnné Stáří letounu a váha 1 byla přidělena proměnné Typ provozovatele. Tato váha byla zvolena i z toho důvodu, že koeficienty byly téměř totožné. První vzorec pro Materiál tedy vypadá následovně:

$$\{(@Age\ Material\ Coeficient\ }*2+\{(@AC\ Type\ Material\ Coeficient\}*3+\{(@Type\ of\ Operator\ Material\ Coeficient\}*1)/6.$$

Vzorec pro MHRs je napsán takto:

$$\{(@Age\ MHRs\ Coeficient\}*2+\{(@AC\ Type\ MHRs\ Coeficient\}*3+\{(@Type\ of\ Operator\ MHRs\ Coeficient\}*1)/6.$$

- Nakonec již bylo pouze potřeba vložit dva vzorce, které pomocí koeficientů upraví zadanou částku, která je dána kalkulací. Toto Pole parametrů je nepovinné, ale aby program nehavaroval, je nutné zapsat alespoň nějakou hodnotu. A tou je defaultně nastaveno číslo 1. Pokud tedy uživatel nevyplní žádnou hodnotu, získá pouze statistické koeficienty bez doporučené částky. Vzorce jsou dva – jeden pro Materiál, druhý pro MHRs. Jsou opět téměř totožné:

*if {?Quoted price for Material}=1 then 0  
else {?Quoted price for Material}\*{@AVERAGE Material COEFICIENT}*

a

*if {?Quoted price for MHRs}=1 then 0  
else {?Quoted price for MHRs}\*{@AVERAGE MHRs COEFICIENT}*

Aby výsledek esteticky vypadal lépe, je možné přidat ještě jeden vzorec, který když uživatel nevyplní částku ukáže jako výsledek text: „Nebylo vyplněna částka“, v opačném případě by byla doporučená částka zobrazena.

WP. NUMBER	PROJECT NUMBER	CUSTOMER	TYPE OF CUSTOMER	WORK DESCRIPTION	AC MODEL	TAIL No	AC DEF DATE	AGE
W3999	IO10989	OE Capital Aviation Services	Lessor	Preliminary workpackage	Airbus A32F	EF-FMY	30.4.2016	12
W4103	IO10989	OE Capital Aviation Services	Lessor	RE-CONFIGURATION T	Airbus A32F	EF-FMY	3.5.2016	12
W3155	IO10902	OE Capital Aviation Services	Lessor	C-check 24MO+6Y+12Y	Airbus A32F	EF-FDM	10.12.2015	12
W3790	IO10901	OE Capital Aviation Services	Lessor	12Y/Redelivery	Airbus A32F	EF-FDL	21.10.2015	12
W3793	IO10956	OE Capital Aviation Services	Lessor	12Y check calculation	Airbus A32F	EF-FML	21.3.2016	12
W4000	IO10989	OE Capital Aviation Services	Lessor	12 Year Check + Redeliv	Airbus A32F	EF-FMY	28.4.2016	12
W4192	IO10989	OE Capital Aviation Services	Lessor	Post Demo Flight works	Airbus A32F	EF-FMY	16.5.2016	12
W4213	IO11076	OE Capital Aviation Services	Lessor	7500FH/5000FC/24MO -	Airbus A32F	OE-IEI	16.9.2016	12
W4687	IO11270	OE Capital Aviation Services	Lessor	European Bridging Chec	Airbus A32F	EF-GAU	29.6.2017	12
W4955	IO11270	OE Capital Aviation Services	Lessor	POST DEMO NSTRATIO	Airbus A32F	EF-GAU	7.7.2017	12
W4186	IO11067	OE Capital Aviation Services	Lessor	7500FH/5000FC/36MO	Airbus A32F	OE-IEF	15.7.2016	13
W4368	IO11141	OE Capital Aviation Services	Lessor	12Y + REDELIVERY	Airbus A32F	N934FR	21.2.2017	13
W4448	IO11195	OE Capital Aviation Services	Lessor	European Bridging Chec	Airbus A32F	EF-FXP	13.4.2017	13
W4668	IO11141	OE Capital Aviation Services	Lessor	AFTER DEMO FLIGHT	Airbus A32F	OE-IEP	13.3.2017	13
W4860	IO11195	OE Capital Aviation Services	Lessor	POST DEMO - GECAS /	Airbus A32F	EF-FXP	27.4.2017	13
W3820	IO11039	OE Capital Aviation Services	Lessor	A/C delivery to Brussels	Airbus A32F	OE-IED	31.5.2016	14
W4006	IO11013	OE Capital Aviation Services	Lessor	Delivery to Brussels Airli	Airbus A32F	OE-IEE	15.4.2016	14
W4127	IO11013	OE Capital Aviation Services	Lessor	POST DEMO FLIGHT - i	Airbus A32F	OE-IEE	21.4.2016	14
W4154	IO11013	OE Capital Aviation Services	Lessor	after 2nd DEMO FLIGHT	Airbus A32F	OE-IEE	4.5.2016	14
W4414	IO11180	OE Capital Aviation Services	Lessor	BRIDGING CHECK	Airbus A32F	EF-FXN	9.2.2017	15
W4694	IO11180	OE Capital Aviation Services	Lessor	AFTER DEMO FLIGHT	Airbus A32F	EF-FXN	15.3.2017	15
W4873	IO11195	OE Capital Aviation Services	Lessor	CABIN -144 SEAT ECOI	Airbus A32F	EF-FXP	27.4.2017	13
W5280	IO11386	Labrador Aviation Finance Li	Lessor		Airbus A32F	D-ABNE		15

Coefficient for MHRs is 1,04

Coefficient for Material is 4,20

Recommended price for MHRs is: 521 666,67 CZK

Recommended price for Material is: 2 100 000,00 CZK

Obrázek 33 - Program pro výpočet doporučené ceny údržby

## Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit databázi, která bude sloužit pro obchodníky a plánovače společnosti JOB AIR Technic, kteří vytváří cenovou nabídku na údržbu letecké techniky v závislosti na poptávce zákazníka. Z analýzy procesů společnosti vzešlo, že existuje základní balík prací, který je snadno nákladově identifikovatelný a je snadné jej nacenit. Problém ovšem nastává, když při provádění revize, či jiných požadavků zákazníka vznikne nález, který může ovlivnit správné fungování letounu. Na veškeré nálezy vzešlé z inspekce jsou ze strany zákazníka požadovány slevy. Ve většině případů jsou ovšem slevy takového rozsahu, že by společnost JOB AIR Technic mohla být na zakázce ztrátová. Proto se provádí odhad nákladů na realizaci oprav nálezu a tento odhad se přidává k nacenění základního balíku. Tyto odhady mohou být tvořeny i lidmi, kteří nemají dostatek zkušeností na to, aby odhadli rozsah nálezu, a proto byla vytvořena databáze k usnadnění celého procesu naceňování. Databáze vychází z historických dat společnosti JOB AIR Technic a je založena na třech základních parametrech provozu letecké techniky: stáří letounu, typ letounu a druh provozovatele. První dva parametry (stáří letounu a typ letounu) se ukázaly, že se shodují s teorií a je tedy věřit přesnosti těchto dat. V případě posledního zmíněného parametru (typ provozovatele) se prokázalo, že v dnešní době jsou rozdíly mezi údržbou letounů nízkonákladových dopravců a klasických dopravců mizivé.

Problémem při vytváření této databáze byl nedostatek dat nacházející se v aktuální databázi společnosti JOB AIR Technic. Data vypovídající o provozovateli a stáří letounu v době revize bylo nutné dohledávat ručně. To je hlavní důvod, proč nově vytvořená databáze není online a napojená na živou databázi společnosti. Je tedy nutné ji pokaždé ručně obnovovat, nebo doplnit tato data do živé databáze společnosti.

Nově vytvořená databáze se skládá ze 101 zakázek. Každá zakázka byla vyhodnocena vzhledem k výše zmíněným provozním parametrům. Vyhodnocováním byl získán poměr nákladů na realizaci základního balíku prací a nákladů na realizaci oprav nálezu. Tyto poměry byly zprůměrovány váženým průměrem vztaženým k množství karet základního balíku (tedy rozsahu objednané zakázky). Vážené průměry nám reprezentují koeficient, kterým je z historických dat doporučeno navýšit cenu zakázky.

Do budoucna by bylo vhodné databázi propojit s živou databází společnosti JOB AIR Technic nejen kvůli online dostupnosti dat, ale také možnosti získat nacenění zakázky přímo ze systému, bez nutnosti zadávat systémem vypočtenou cenu. Dále by bylo výhodné získat predikci nálezu – s jakou pravděpodobností můžeme při provádění inspekční karty narazit na nález, který revizi prodlouží a prodraží.

## Použitá literatura

- [1] MACÍK, Karel. *Jak kalkulovat podnikové náklady?*. Ostrava: Montanex, 1994. ISBN 80-85780-16-X.
- [2] DLUHOŠOVÁ, Dana, Jarmila MRUZKOVÁ a Iveta RATMANOVÁ. *Teorie nákladů a kalkulace: studijní materiál k základnímu kurzu Nákladů, kalkulací a cen pro distanční a denní formu studia*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1997. ISBN 80-7078-444-X.
- [3] CZOPEK, Kazimierz. *Fixed and variable costs: theory and practice*. Kraków: Art-Tekst, c2003. ISBN 83-88316-45-1.
- [4] FETTER, Frank A. The Definition of Price. American Economic Association [online]. 1912, Dec., 1912, (Vol. 2, No. 4), 783-813 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/1828191>
- [5] COOPER, Robin a Regine SLAGMULDER. Develop Profitable New Products with Target Costing. *MIT Sloan Management Review* [online]. 15.7.1999 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://sloanreview.mit.edu/article/develop-profitable-new-products-with-target-costing/>
- [6] LEVIN, Alan. FAA to issue strict fuel-tank safety rules. *Usatoday.com* [online]. Washington [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: [http://www.iasa.com.au/folders/Safety\\_Issues/others/newfueltankrules.html](http://www.iasa.com.au/folders/Safety_Issues/others/newfueltankrules.html)
- [7] NTSB. Photo of Boeing 737-4D7 HS-TDC. In: *Aviation Safety Network* [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://aviation-safety.net/photos/displayphoto.php?id=20010303-1&vnr=1&kind=C>
- [8] BRADY, Chis. Accident Reports. In: *The 737 Information Site* [online]. 1999 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: [http://www.b737.org.uk/accident\\_reports.htm](http://www.b737.org.uk/accident_reports.htm)
- [9] Konzultace – František Tuček (JOB AIR Technic a.s.)

- [10] VDOLEČEK, CSc., Ing. František. *SPOLEHLIVOST A TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA*. 2002. Text pro podporu výuky v kombinovaném studiu. Vysoké učení technické v Brně.
- [11] Analysing the 737NG's first base checks. *AIRCRAFT COMMERCE*. **2006**(46), 48-52.
- [12] RŮŽIČKA, Milan. *Kovové letecké konstrukce část 2: Navrhování dle Damage Tolerance*. Praha, 2011. České vysoké učení technické v Praze.
- [13] NYAMPA, Hakim. La Fiabilité dans l'aéronautique : Les principales approches (partie 1). In: *Le Blog des QSF-S (ex QUASSI & IdF)* [online]. Université Angers, 2014 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <http://blog.univ-angers.fr/qsfs/2014/11/28/la-fiabilite-dans-laeronautique-les-principales-approches-partie-1/>
- [14] OLÍVKOVÁ, doc., Ing. Ivana. Provoz a ekonomika letecké dopravy 1, 2, 3. Přednášky. Ostrava, 2018.
- [15] MCFADDEN, Michael a D. Scott WORRELLS. Global Outsourcing of Aircraft Maintenance. *Journal of Aviation Technology and Engineering* [online]. 2012, , 63-73 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1039&context=jate>
- [16] MWANALUSHI, Kith. An Inside Job. *Low Cost & Regional Airline Business* [online]. Air Transport Publications, 2015, (Volume 10) [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: [http://www.lowcostandregional.com/feature/ryanair-maintenance?session\\_id=8nftf4sfbmbb8b00o1119cgf61](http://www.lowcostandregional.com/feature/ryanair-maintenance?session_id=8nftf4sfbmbb8b00o1119cgf61)
- [17] Interní materiály společnosti JOB AIR Technic a.s.
- [18] HUTŇAN, Daniel. Úvod do business intelligence. In: *Ajták Most* [online]. 2012 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: [https://www.ajtak-most.cz/index.php?page=clanky&mn\\_post=uvod-do-business-intelligence](https://www.ajtak-most.cz/index.php?page=clanky&mn_post=uvod-do-business-intelligence)
- [19] KENNETH, Alfred. IAE V2500. In: *Flickr* [online]. 2010 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/47385772@N05/4346757309>

[20] DAVIS, Michael. Boeing 737-832 CFM56-7 Jet Engine. In: *Flickr* [online]. 2008 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z:  
<https://www.flickr.com/photos/perspectivephotography/2411172476>

## Použité obrázky

Obrázek 1 – Variabilní proporcionální náklady .....	15
Obrázek 2 - Variabilní podproporcionální náklady .....	15
Obrázek 3 - Variabilní nadproporcionální náklady .....	15
Obrázek 4 - Absolutně fixní náklady .....	16
Obrázek 5 - Fixní náklady .....	16
Obrázek 6 - Bod zvratu .....	17
Obrázek 7 - Graf závislosti nákladů na objemu výkonu .....	18
Obrázek 8 - Typový kalkulační vzorec cenové kalkulace.....	20
Obrázek 9 - Hlavní tři prvky cílené cenotvorby .....	20
Obrázek 10 - Následky výbuchu v nádrži Boeingu 737 ze dne 3.3.2001 .....	22
Obrázek 11 - Porovnání přípravků na usazení motorů pro CFM-56 a IAE V2500 .....	23
Obrázek 12 - Graf závislosti pravděpodobnosti vzniku poruch na čase .....	25
Obrázek 13 - Graf závislosti pevnosti na počtu cyklů .....	26
Obrázek 14 - Graf závislosti délky trhliny na čase .....	27
Obrázek 15 - Konstrukční filozofie dopravních letadel.....	27
Obrázek 16 - Graf výdajů světových MRO organizací .....	28
Obrázek 17 - Diagram struktury zakázek společnosti JOB AIR Technic.....	29
Obrázek 18 - Detail náhledu na použitý materiál na task kartě v systému Quantum Control .....	30
Obrázek 19 - Výňatek seznamu tasků z Work Package v systému Quantum Control.....	31
Obrázek 20 - Kmenová karta (Part Numberu) v systému Quantum Control .....	32
Obrázek 21 - Skladová položka (Stock Line) v systému Quantum Control.....	32
Obrázek 22 - Repair Order v systému Quantum Control .....	33
Obrázek 23 - Nastavení Billing Groups v systému Quantum Control .....	34
Obrázek 24 - Diagram procesní struktury projektu společnosti JOB AIR Technic .....	35
Obrázek 25 - Prostředí programu SAP Crystal Report .....	42
Obrázek 26 - OLAP kostka .....	43
Obrázek 27 - Výběr datových tabulek v programu SAP Crystal Report .....	44
Obrázek 28 - Propojení tabulek v systému SAP Crystal Report .....	45
Obrázek 29 -Propojení tabulek v systému SAP Crystal Report .....	46
Obrázek 30 - Nastavení mezisoučtu v systému SAP Crystal Report.....	49
Obrázek 31 - Nastavení pole parametrů v systému SAP Crystal Report .....	55
Obrázek 32 - Editace vzorců v systému SAP Crystal Report.....	57
Obrázek 33 - Program pro výpočet doporučené ceny údržby .....	58

## Použité tabulky

Tabulka 1 - Používané Capy .....	37
Tabulka 2 - Příklad Capu Per Task Card na materiál .....	37
Tabulka 3 - Příklad Capu Per Single Defect na MHRs .....	38
Tabulka 4 - Příklad Capu Per Line Item na materiál .....	38
Tabulka 5 - Příklad Capu Per Task Card na MHRs .....	39
Tabulka 6 - Koeficienty pro provozní parametr Typ letounu .....	52
Tabulka 7 - Koeficienty pro provozní parametr Typ provozovatele .....	53
Tabulka 8 - Koeficienty pro parametr Stáří letounu .....	54



## Použité grafy

Graf 1 - Poměr nákladů na realizaci oprav nálezů v závislosti na typu letounu..... 52

Graf 2 - Poměr nákladů na realizaci oprav nálezů v závislosti na stáří letounu ..... 54

## Použité rovnice

Rovnice 1 - Pravděpodobnost poruchy .....	24
Rovnice 2 - Pravděpodobnost bezporuchovosti .....	24
Rovnice 3 - Hustota pravděpodobnosti .....	24
Rovnice 4 - Intenzita poruch .....	24
Rovnice 5 - Součet pravděpodobnosti bezporuchovosti a pravděpodobnosti poruchy .....	24
.....	
Rovnice 6 - Výpočet celkové ceny revize .....	40
Rovnice 7 - Výpočet ceny materiálu .....	40
Rovnice 8 - Výpočet ceny MHRs.....	40
Rovnice 9 - Výpočet ceny služeb .....	41
Rovnice 10 - Výpočet ceny materiálu při zahrnutí odhadu na nálezy .....	41
Rovnice 11 - Výpočet ceny MHRs při zahrnutí odhadu na nálezy .....	41
Rovnice 12 - Poměr nákladů na materiál na realizaci nálezových karet vůči kartám základního balíku .....	51
Rovnice 13 - Poměr MHRs odpracovaných na realizaci nálezových karet vůči kartám základního balíku .....	51
Rovnice 14 - Koeficient pro úpravu ceny materiálu .....	51
Rovnice 15 - Koeficient pro úpravu množství MHRs .....	52